

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): SODA, Keiichi; ICHIHASHI, Tatsuki

Application No.:

Group:

Filed: September 30, 1999

Examiner:

For: COMMUNICATION NETWORK, AND MASTER DEVICE, SLAVE DEVICE,  
MULTIPLEXER AND SWITCH CONSTITUTING THE COMMUNICATION  
NETWORK



LETTER

Assistant Commissioner for Patents  
Box Patent Application  
Washington, D.C. 20231

September 30, 1999  
2611-0114P

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119 and 37 CFR 1.55(a), the  
applicant hereby claims the right of priority based on the following  
application(s):

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	11-020644	01/28/99

A certified copy of the above-noted application(s) is(are)  
attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this,  
concurrent, and future replies, to charge payment or credit any  
overpayment to deposit Account No. 02-2448 for any additional fees  
required under 37 C.F.R. 1.16 or under 37 C.F.R. 1.17; particularly,  
extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By: 

JOHN CASTELLANO  
Reg. No. 35,094  
P. O. Box 747

Falls Church, Virginia 22040-0747

Attachment  
(703) 205-8000  
/sas

Birch Stewart et al  
703-205-8000  
2611-114P

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

Keiichi Soda et al  
1071

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載され  
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

5187 S. PTO  
09/409681  
09/30/99

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年 1月28日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第020644号

願 人

Applicant(s):

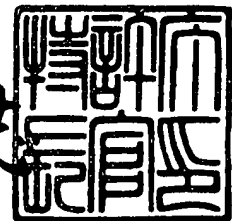
三菱電機株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

1999年 6月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

伴佐山 建志



【書類名】 特許願

【整理番号】 515400JP01

【提出日】 平成11年 1月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04L 12/00  
H04Q 3/00  
H04Q 11/04

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 曾田 圭一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会  
社内

【氏名】 市橋 立機

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089118

【弁理士】

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【代理人】

【識別番号】 100102222

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷田 睦樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036711

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803092

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 通信ネットワーク、および該通信ネットワークを構成するマスタ装置、スレーブ装置、多重化装置、並びに交換装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 台のマスタ装置と複数台のスレーブ装置が、少なくとも 1 台の多重化装置により、マスタ装置を頂点にツリー状に接続され、各装置間相互に固定長の各種特定情報を送受信する通信ネットワークにおいて、

前記マスタ装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、

その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする通信ネットワーク。

【請求項 2】 前記各スレーブ装置およびマスタ装置は、それぞれ、

前記起動用特定情報、返信用特定情報の他に、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる固定長の一般の情報を、予め定められた周期で送信することを特徴とする請求項 1 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 3】 前記多重化装置は、

前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継し、

さらに、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信するマスタ宛一般情報受信手段と、

各スレーブ側ポートからの前記起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段と、

マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ同報するスレーブ宛同報バスと、

前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報選択手段と、

該マスタ宛情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バスと、

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 4】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を所定の巡回順に許可し、

前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 3 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 5】 前記マスタ装置およびスレーブ装置は、

前記一般情報を送受信する一般情報送受信手段と、

前記特定情報を送受信する特定情報送受信手段と、

該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段と、

を備え、

送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 6】 前記送信選択手段は、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手段の出力を許可し、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 5 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 7】 前記多重化装置は、

さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段と

該スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段と、

を備え、

前記マスタ側ポートから前記一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、

該一定時間の経過後、該スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力することを特徴とする請求項 3～6 のいずれか一つに記載の通信ネットワーク。

【請求項 8】 前記多重化装置は、

さらに、前記マスタ側ポートからの前記一般情報を受信するスレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ側ポートからの前記特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段と、

前記スレーブ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報選択手段と、

を備え、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、該スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 3～6 のいずれか一つに記載の通信ネットワーク。

【請求項 9】 前記マスタ装置および各スレーブ装置は、さらに、固定長の

管理情報を、宛先の装置に対して予め定められた周期で送信し、

前記多重化装置は、

さらに、該管理情報を送受信する管理情報送受信手段を備え、

前記マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 8 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 10】 前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも 1 台のパケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第 2 多重化装置に置き換え、

マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも 1 台の第 2 多重化装置を接続し、さらに、各第 2 多重化装置に、それぞれ、必要に応じて 1 台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、

各第 2 多重化装置は、

前記特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、

前記マスタ装置が、前記各第 2 多重化装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、第 2 多重化装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第 2 多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整し、

さらに、前記各第 2 多重化装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、前記多重化装置を介して、該第 2 多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特



定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第2多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項8または9に記載の通信ネットワーク。

【請求項11】 前記第2多重化装置は、

前記多重化装置のマスタ宛特定情報受信手段の代わりに、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を送受信するマスタ側特定情報送受信手段と、

前記多重化装置のスレーブ宛特定情報受信手段の代わりに、前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を送受信するスレーブ側特定情報送受信手段と、

を備えることを特徴とする請求項10に記載の通信ネットワーク。

【請求項12】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、マスタ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項11に記載の通信ネットワーク。

【請求項13】 前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のパケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第3多重化装置に置き換え、

マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも1台の第3多重化装置を接続し、さらに、前記小規模通信ネットワーク内でマスタとなる第2マスタ装置を頂点に、第3多重化装置および必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、

前記マスタ装置が、該多重化装置および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マ

スタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 14】 前記第 3 多重化装置は、

前記第 2 マスタ装置を接続する第 2 マスタ側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、

該第 2 マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第 2 マスタ側マスタ宛一般情報受信手段と、

該第 2 マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第 2 マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ側ポートから該第 2 マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するマスタ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ側ポートから該第 2 マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するスレーブ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段と、

該マスタ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第 2 マスタ宛情報選択手段と

、  
該第 2 マスタ宛情報選択手段にて許可された情報を第 2 マスタ側ポートへ出力する第 2 マスタ宛多重バスと、

を備えることを特徴とする請求項 13 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 15】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段および第 2 マスタ側マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段および第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記第2マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可することを特徴とする請求項14に記載の通信ネットワーク。

【請求項16】 前記マスタ装置に置き換え、

前記一般情報を交換する交換装置と、

前記特定情報を送受信する第3マスタ装置と、

該交換装置に接続される少なくとも1台の第4多重化装置と、

を備え、

前記第3マスタ装置が、前記多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項13、14または15に記載の通信ネットワーク。

【請求項17】 前記第4多重化装置は、

前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、

前記マスタ宛一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信する交換装置宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ宛一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ宛情報選択手段に代えて、前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、前記第3マスタ装置への出力を所定の方法で許可する第3マスタ宛情報制御手

段と、

を備え、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、

前記交換装置宛一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置宛情報選択手段を備えることを特徴とする請求項 16 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 18】 前記マスタ宛情報制御手段は、

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、

該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、前記交換装置宛情報選択手段は、

前記交換装置宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 17 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 19】 前記マスタ装置に置き換え、

前記一般情報と特定情報とを交換する交換装置と、

前記特定情報を送受信する第 3 マスタ装置と、

を備え、

前記第 3 マスタ装置が、前記交換装置、多重化装置、および第 3 多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする請求項 13、14 または 15 に記載の通信ネットワーク。

【請求項 20】 前記交換装置は、

前記第3多重化装置のスレーブ宛一般情報受信手段、マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段、マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側ポート、同報バス、多重バス、および第2マスタ宛多重バスに代わり、

前記マスタ宛情報制御手段が許可した情報を宛先に該当するスレーブ側ポートへ出力する交換手段を備えることを特徴とする請求項19に記載の通信ネットワーク。

【請求項21】 前記マスタ宛情報制御手段は

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出し、

前記第2マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記第2マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項20に記載の通信ネットワーク。

【請求項22】 各装置が送受信する情報を可変長とし、

この場合、各装置が前記特定情報の出力を禁止する前記一定時間は、予め定めた最大情報長の送信時間で規定される一定時間とすることを特徴とする請求項1～21のいずれか一つに記載の通信ネットワーク。

【請求項23】 複数のスレーブ装置および多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、各スレーブ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な1台のマスタ装置において、

前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を送受信する一般情報送受信手段と、

前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を送受信する特定情報送受信手段と、

該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出

力を所定の方法で許可する送信選択手段と、

を備え、

送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とするマスタ装置。

【請求項 24】 前記送信選択手段は、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手段の出力を許可し、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 23 に記載のマスタ装置。

【請求項 25】 1 台のマスタ装置および複数の多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、マスタ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な複数のスレーブ装置において、

前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を送受信する一般情報送受信手段と、

前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を送受信する特定情報送受信手段と、

該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段と、

を備え、

送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とするスレーブ装置。

【請求項 26】 前記送信選択手段は、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手段の出力を許可し、

前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受

けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 25 に記載のスレーブ装置。

【請求項 27】 1 台のマスタ装置および複数のスレーブ装置とともに通信ネットワークを構成し、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継する多重化装置において、

各スレーブ側ポートからの一般情報を個々に受信するマスタ宛一般情報受信手段と、

各スレーブ側ポートからの起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段と、

マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ同報するスレーブ宛同報バスと、

前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報選択手段と、

該マスタ宛情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バスと、

を備えることを特徴とする多重化装置。

【請求項 28】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を所定の巡回順に許可し、

前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可する

ことを特徴とする請求項 27 に記載の多重化装置。

【請求項 29】 さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段と、

該スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段と、

を備え、

前記マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、前記特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、

該一定時間の経過後、該スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力することを特徴とする請求項 27 または 28 に記載の多重化装置。

【請求項 30】 さらに、前記マスタ側ポートからの一般情報を受信するスレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ側ポートからの特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段と

前記スレーブ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報選択手段と、

を備え、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、該スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記特定の送信時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 27 または 28 に記載の多重化装置。

【請求項 31】 さらに、該管理情報を送受信する管理情報送受信手段を備え、



前記マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 30 に記載の多重化装置。

【請求項 32】 前記特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、

前記マスタ宛特定情報受信手段の代わりに、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を送受信するマスタ側特定情報送受信手段と、

前記多重化装置のスレーブ宛特定情報受信手段の代わりに、前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を送受信するスレーブ側特定情報送受信手段と、  
を備えることを特徴とする請求項 30 に記載の多重化装置。

【請求項 33】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、マスタ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 32 に記載の多重化装置。

【請求項 34】 前記第 2 マスタ装置を接続する第 2 マスタ側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、

該第2マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段と、

該第2マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するマスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段と、

該マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2マスタ宛情報選択手段と

該第2マスタ宛情報選択手段にて許可された情報を第2マスタ側ポートへ出力する第2マスタ宛多重バスと、

を備えることを特徴とする請求項30に記載の多重化装置。

【請求項35】 前記マスタ宛情報選択手段は、

前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段および第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段および第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可し、

前記第2マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情

報受信手段の出力を巡回順に許可することを特徴とする請求項 3 4 に記載の多重化装置。

【請求項 3 6】 前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、

前記マスタ宛一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信する交換装置宛一般情報受信手段と、

前記スレーブ宛一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ宛一般情報受信手段と、

前記マスタ宛情報選択手段に代えて、前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、前記第 3 マスタ装置への出力を所定の方法で許可する第 3 マスタ宛情報制御手段と、

を備え、

さらに、前記多重化装置の構成に加えて、

前記交換装置宛一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置宛情報選択手段を備えることを特徴とする請求項 3 4 に記載の多重化装置。

【請求項 3 7】 前記マスタ宛情報制御手段は、

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、

該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、

前記交換装置宛情報選択手段は、

前記交換装置宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可し、

前記スレーブ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、

該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 3 6 に記載の多重化装置。

【請求項 3 8】 1 台のマスタ装置および複数のスレーブ装置とともに通信ネットワークを構成し、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数

のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継する交換装置において、

前記マスタ側ポートからの特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段と

前記各スレーブ側ポートからの一般情報を受信する第2マスタ宛一般情報受信手段と、

前記各スレーブ側ポートからの起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段と、

前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報制御手段と、

前記第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2マスタ宛情報選択手段と、

前記マスタ宛情報制御手段が許可した情報を宛先に該当するスレーブ側ポートへ出力する交換手段と、

を備えることを特徴とする交換装置。

【請求項 39】 前記マスタ宛情報制御手段は

前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し

前記第2マスタ宛情報選択手段は、

前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、

さらに、該一定時間の間、前記第2マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする請求項 38 に記載の交換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、1台のマスタ装置と複数台のスレーブ装置を、少なくとも1台の多重化装置により、マスタ装置を頂点にツリー状に接続する通信ネットワークに関するものであり、特に、マスタ装置とスレーブ装置間のサンプリング時刻の精度向上を実現可能な通信ネットワークに関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

以下、従来の通信ネットワークについて説明する。図16は、たとえば、特公平2-42209に示された従来の通信ネットワークの構成を示す図である。図16において、1はマスタ装置であり、2はスレーブ装置である。マスタ装置1とスレーブ装置2は、双方向の伝送路で接続されており、サンプリング周期をTとして、T毎にサンプリングした情報を、サンプリング時刻に合わせて相互に送信する。

#### 【0003】

また、マスタ装置1とスレーブ装置2は、お互いのサンプリング時刻を一致させるために、サンプリング情報の中に定期的にサンプリング時刻合わせ情報を含めて送信する。なお、サンプリング時刻の不一致は、装置立ち上げ時、装置故障時、およびマスタ装置1とスレーブ装置2の各動作クロックの周波数差により生じる。

#### 【0004】

つぎに、マスタ装置1とスレーブ装置2間でサンプリング時刻を一致させる手順を説明する。図17は、従来の通信ネットワークのマスタ装置1とスレーブ装置2間で送受信する情報の流れを示すタイミングチャートの例である。

#### 【0005】

図17において、3はマスタ装置1からスレーブ装置2へ送信する下りサンプリング情報であり、4はスレーブ装置2からマスタ装置2へ送信する上りサンプリング情報である。なお、図17の例では、つぎの四つのことがいえることとする。一つ目として、マスタ装置1とスレーブ装置2が自身のサンプリング時刻毎に送信するサンプリング情報は、サンプリング時刻合わせ情報を含むサンプリング情報だけを示しているものとする。

## 【0006】

二つ目として、マスタ装置1とスレーブ装置2は、サンプリング周期 $T$ 毎に0～11の値を繰り返すサンプリング番号を常に生成し、その値を、送信するサンプリング情報に記すものとする。三つ目として、マスタ装置1とスレーブ装置2間では、サンプリング時刻が $\Delta T$ だけずれており、サンプリング番号も6だけずれているものとする。四つ目として、伝送路の伝送遅延時間 $T_d$ は、両方向共に同一値であるものとする。

## 【0007】

以下、従来の通信ネットワークのマスタ装置1とスレーブ装置2間で送受信する情報の流れを、図17に従って説明する。まず、マスタ装置1は、サンプリング番号が0の自サンプリング時刻毎に、スレーブ装置2へサンプリング時刻合わせを起動する情報を含む下りサンプリング情報3を送信する。

## 【0008】

つぎに、伝送遅延時間 $T_d$ 後、スレーブ装置2は、下りサンプリング情報3を受信すると共に、これを受信する直前の自サンプリング時刻（図17の例ではサンプリング番号=9）から、これを受信した時刻までの間隔を $T_s$ として計測する。

## 【0009】

つぎに、スレーブ装置2は、下りサンプリング情報3を受信したつぎの自サンプリング時刻（図17の例ではサンプリング番号=10）に、マスタ装置1へ、先に計測した $T_s$ 値を含む上りサンプリング情報4を送信する。

## 【0010】

最後に、サンプリング情報3を送信してから伝送遅延時間 $T_d$ 後、マスタ装置1は、上りサンプリング情報4を受信すると共に、これを受信する直前の自サンプリング時刻（図17の例ではサンプリング番号=7）から、これを受信した時刻までの間隔を $T_m$ として計測する。

## 【0011】

以上、図17から明らかなように、伝送遅延時間 $T_d$ と計測時間 $T_s$ 、 $T_m$ の関係は、次式で示される。

$$T_d + \Delta T = N \times T + T_s \quad \cdots (1)$$

$$T_d = M \times T + T_m + \Delta T \quad \cdots (2)$$

【0012】

ここで、Nは、マスタ装置1が下りサンプリング情報3を送信した時刻に至近するスレーブ装置2のサンプリング時刻からスレーブ装置2が $T_s$ を計測した基準となるサンプリング時刻までのサンプリング周期数、Mは、スレーブ装置2が上りサンプリング情報4を送信した時刻に至近するマスタ装置1のサンプリング時刻から、マスタ装置1が $T_m$ を計測した基準となるサンプリング時刻までのサンプリング周期数である。従って、(1)式と(2)式より、次式が得られる。

$$\Delta T = (N - M) \times T / 2 + (T_s - T_m) / 2 \quad \cdots (3)$$

【0013】

また、(1)式と(2)式のNとMの値は、マスタ装置1が上りサンプリング情報4を受信する直前の自サンプリング時刻のサンプリング番号SA2(図17の例では7)より、次式で決定される。

たとえば、SA2が奇数の場合は、

$$M = (SA2 - 1) / 2, N = (SA2 - 1) / 2 \quad \cdots (4)$$

SA2が偶数かつ $T_m > T_s$ の場合は、

$$M = SA2 / 2, N = SA2 / 2 - 1 \quad \cdots (5)$$

SA2が偶数かつ $T_m < T_s$ の場合は、

$$M = SA2 / 2 - 1, N = SA2 / 2 \quad \cdots (6)$$

【0014】

従って、マスタ装置1は、(3)式～(6)式より $\Delta T$ を決定し、 $\Delta T$ が0となるように、自サンプリング時刻を修正する。図17の例では、 $SA2 = 7$ であるから、 $N = 3$ 、 $M = 3$ となり、 $\Delta T = (T_s - T_m) / 2$ として $\Delta T$ が決定される。以上のことから、マスタ装置1とスレーブ装置2の各サンプリング時刻が微調整される。

【0015】

つぎに、サンプリング時刻の粗調整であるサンプリング番号を一致させる手順について説明する。たとえば、スレーブ装置2に対するマスタ装置1のサンプリ

ング番号の遅れ  $\varepsilon$  は、スレーブ装置 2 が上りサンプリング情報 4 に記したサンプリング番号 RA 1 (図 17 の例では 10) と先の SA 2 より、次式で決定される。

$$\varepsilon = RA 1 - (SA 2 + 1) / 2 \quad \cdots (7)$$

#### 【0016】

そして、マスタ装置 1 は、(7) 式より  $\varepsilon$  を決定し、 $\varepsilon$  が 0 となるように、自サンプリング番号を進める。図 17 の例では、SA 2 = 7、RA 1 = 10 であるから、 $\varepsilon = 6$  が得られる。なお、(7) 式の演算の結果、 $\varepsilon$  が負となる場合は、スレーブ装置 2 に対しマスタ装置 1 のサンプリング番号が進んでいることを意味する。以上のことから、マスタ装置 1 とスレーブ装置 2 の各サンプリング番号を一致させることができる。

#### 【0017】

つぎに、上記、従来の通信ネットワークを、マスタ装置と複数のスレーブ装置間でサンプリング時刻を一致させるとともに、マスタ装置がその複数のスレーブ装置からサンプリング情報を収集するような、大規模通信ネットワークに拡張する方法を示す。ここでは、たとえば、図 1 に示すように、マスタ装置と複数のスレーブ装置の間に、パケット多重化装置を 1 台または複数台設け、ツリー状の大規模通信ネットワークを構成する。

#### 【0018】

図 1 において、6 は各スレーブ装置からサンプリング情報を収集するとともに、各スレーブ装置とサンプリング時刻合わせの通信を実行するマスタ装置であり、7 はマスタ装置 6 に対しサンプリング情報を送信するとともに、サンプリング時刻合わせの通信を実行する複数のスレーブ装置であり、8 はパケット多重化装置である。なお、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間では、以下の二つのパケットを送受信する。

#### 【0019】

一つ目は、サンプリング情報を示す一般パケットであり、二つ目は、サンプリング時刻合わせの通信に用いる特定パケットである。また、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間で送受信するパケットを一般パケットと特定パケットとに区別する



理由は、サンプリング情報の収集よりも、サンプリング時刻合わせの通信を優先して行い、後者の通信に対してマスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を等しくすることで、(3) 式を成立させるためである。

## 【0020】

たとえば、前記のサンプリング時刻合わせの通信を優先する制御方法としては、パケット多重化装置 8 の内部に、優先度毎に受信バッファを設ける方法がある。その例として、図 18 は、たとえば、特開平 7-131465 に示された従来のパケット多重化装置 8 の内部構成を示す図である。

## 【0021】

図 18 において、11 はマスタ側ポートであり、12 はスレーブ側ポートであり、13 は伝送路から送受信されるパケットを物理レイヤレベルで終端する伝送路終端回路であり、14 は一般パケット多重バスであり、15 は特定パケット多重バスであり、16 はスレーブ側ポートから受信される一般パケットを格納する一般パケット受信バッファであり、17 はスレーブ側ポートから受信される特定パケットを格納する特定パケット受信バッファであり、18 は受信バッファ選択回路である。なお、図 18 の例では、マスタ側ポートからスレーブ側ポートへの中継のための回路について図示を省略している。

## 【0022】

ここで、従来のパケット多重化装置 8 の優先制御方法を説明する。まず、スレーブ側ポート 12 に設けられた伝送路終端回路 13 は、スレーブ側ポート 12 から受信されたパケットを一般パケットと特定パケットとに分離する。つぎに、分離された一般パケットは、一般パケット多重バス 14 を経由して一般パケット受信バッファ 16 に格納され、同様に、分離された特定パケットは、特定パケット多重バス 15 を経由して特定パケット受信バッファ 17 に格納される。そして、受信バッファ選択回路 18 は、特定パケット受信バッファ 17 に特定パケットが格納されている場合、一般パケット受信バッファ 16 に格納されている一般パケットよりも優先して、特定パケットをマスタ側ポート 11 へ出力するように、特定パケット受信バッファ 17 を制御する。

## 【0023】

以上の優先制御方法を全てのスレーブ装置について行うことにより、従来の通信ネットワークでは、サンプリング時刻合わせの通信に対し、マスタ装置 1 とスレーブ装置 7 との両方向の伝送遅延時間をほぼ等しくすることが可能である。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記、従来の通信ネットワークにおいて、先に説明したパケット多重化装置を用いた場合には、以下の問題点がある。

【0025】

たとえば、パケット多重化装置が、あるスレーブ側ポートから到着した一般パケットをマスタ側ポートへ中継している最中に、他のスレーブ側ポートから特定パケットが到着した場合、この特定パケットが中継されるまでの待ち合わせ時間は、最大で一般パケットを 1 パケット分中継する時間となり、最小でゼロとなり、この範囲内で変動する。

【0026】

さらに、複数のスレーブ側ポートから同時に特定パケットが到着した場合、特定パケットが中継されるまでの待ち合わせ時間は、最大で特定パケットを 1 パケット分中継する時間とスレーブ側ポート数との積となり、最小でゼロとなり、この範囲内で変動する。

【0027】

このように、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間（上記待ち合わせ時間）のゆらぎは、経由するパケット多重化装置の台数に比例して増加することになる。

【0028】

以上の問題点をまとめると、次式となる。

$$\begin{aligned} & \text{スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ} \\ & = (\text{一般パケット中継時間} + \text{特定パケット中継時間} \times \text{スレーブ側ポート数}) \\ & \quad \times \text{経由するパケット多重化装置台数} \quad \dots (8) \end{aligned}$$

【0029】

一方、特定パケットがパケット多重化装置のマスタ側ポートからスレーブ側ポ

ートへ中継される際の待ち合わせ時間は、ゼロであり、すなわち、マスタ装置からスレーブ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎは、経由するパケット多重化装置の台数に依存せず、ゼロである。

【 0 0 3 0 】

従って、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間が異なるために（３）式が成立しないばかりでなく、（８）式で示されるマスタ装置からスレーブ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎにより、（３）式に補正を加えることもできない。これにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度が（８）式に示される分だけ低下する、という問題も発生する。

【 0 0 3 1 】

なお、装置間の伝送遅延時間のゆらぎの大部分は、上記待ち合わせにより生じるが、その他に、各装置の動作クロックの位相が異なるため、位相の合わせ込みによっても生じる。しかしながら、その割合は、前記待ち合わせによるゆらぎに対し、僅かとなる。

【 0 0 3 2 】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、特定パケットに対して、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをゼロにするとともに、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる通信ネットワーク、および該通信ネットワークを構成するマスタ装置、スレーブ装置、並びに多重化装置を得ることを目的とする。

【 0 0 3 3 】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信ネットワークにあっては、１台のマスタ装置と複数台のスレーブ装置が、少なくとも１台の多重化装置により、マスタ装置（後述する実施の形態のパケット多重化装置に相当）を頂点にツリー状に接続され、各装置間相互に固定長の各種特定情報を送受信する構成とし、前記マスタ装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名（ポーリングと呼ぶ）し、その後、指名を受けた順に、

スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報（特定パケットに相当）を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報（特定パケットに相当）に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

## 【0034】

この発明によれば、マスタ装置が、多重化装置を介して、前記各スレーブ装置をポーリングし、その後、ポーリングを受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置に起動用特定情報を送信し、該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、前記特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0035】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記各スレーブ装置およびマスタ装置は、それぞれ、前記起動用特定情報、返信用特定情報の他に、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる固定長の一般の情報（後述する実施の形態の一般パケットに相当）を、予め定められた周期で送信することを特徴とする。

## 【0036】

この発明によれば、調整されたサンプリング時刻毎に一般情報が送信可能となり、装置間のデータ通信が可能となる。

## 【0037】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記多重化装置は、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信するマスタ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態の各マスタ宛一般パケット受信バッファ21に相当）と、各スレーブ側ポートからの前記起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段（マスタ宛特定パケット受信バッファ22に相当）と、マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ同報するスレーブ宛同報バス（パケット同報

バス 23 に相当) と、前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報選択手段(マスタ宛受信バッファ選択回路 25 に相当) と、該マスタ宛情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バス(パケット多重バス 24 に相当) と、を備えることを特徴とする。

## 【0038】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0039】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を所定の巡回順に許可し、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0040】

この発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間(伝送路終端回路の通過時間等)の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0041】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ装置およびスレーブ装置は、前記一般情報を送受信する一般情報送受信手段（後述する実施の形態の一般パケット送受信回路 28 に相当）と、前記特定情報を送受信する特定情報送受信手段（特定パケット送受信回路 29 に相当）と、該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路 30 に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

## 【0042】

この発明によれば、送信選択手段が、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、マスタ装置とスレーブ装置が、自サンプリング時刻から特定情報を送信するまでの送信処理時間のゆらぎをなくすように、制御することができる。

## 【0043】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記送信選択手段は、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手段の出力を許可し、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0044】

この発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、処置遅延時間のゆらぎはない。また、この処理遅延時間は、マスタ装置およびスレーブ装置で同一である。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を、さらに向上させることができる。

## 【0045】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記多重化装置は、さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛パケット受信バッファ 31 に相当）と、該スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段（スレーブ宛受信バッファ制御回路 32 に相当）と、を備え、前記マスタ側ポートから前記一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、該一定時間の経過後、該スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力することを特徴とする。

## 【0046】

この発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、一定時間の経過後、スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力する。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

## 【0047】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記多重化装置は、さらに、前記マスタ側ポートからの前記一般情報を受信するスレーブ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 に相当）と、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 に相当）と、前記スレーブ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報選択手段（スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 に相当）と、を備え、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、該スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記固定長の情報の送信に要する時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該

一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0048】

この発明によれば、マスタ側ポートから特定情報を受信していない場合は、スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、マスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ、特定情報の出力を禁止し、さらに、一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができるとともに、さらに、一般情報に対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することができる。

【0049】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ装置および各スレーブ装置は、さらに、固定長の管理情報を、宛先の装置に対して予め定められた周期で送信し、前記多重化装置は、さらに、該管理情報を送受信する管理情報送受信手段（後述する実施の形態の管理パケット送受信回路36に相当）を備え、前記マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0050】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新た



な出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、本通信ネットワークにおいては、パケット多重化装置が管理情報を送受信する場合でも、特定情報に対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

## 【0051】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにあつては、前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のパケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第2多重化装置（後述する実施の形態の第2パケット多重化装置41に相当）に置き換え、マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも1台の第2多重化装置を接続し、さらに、各第2多重化装置に、それぞれ、必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、各第2多重化装置は、前記特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、前記マスタ装置が、前記各第2多重化装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、第2多重化装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第2多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整し、さらに、前記各第2多重化装置が、前記多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、前記多重化装置を介して、該第2多重化装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該第2多重化装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

## 【0052】

この発明によれば、各第2多重化装置が、特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してはスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対しては

マスタ装置として振る舞うことにより、前記上位および下位に対する２段階で、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置が増加した場合でも、各スレーブ装置のサンプリング時刻精度を容易に向上させることができる。

## 【0053】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記第２多重化装置は、前記多重化装置のマスタ宛特定情報受信手段の代わりに、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を送受信するマスタ側特定情報送受信手段（後述する実施の形態のマスタ側特定パケット送受信回路４３に相当）と、前記多重化装置のスレーブ宛特定情報受信手段の代わりに、前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を送受信するスレーブ側特定情報送受信手段（スレーブ側特定パケット送受信回路４２に相当）と、を備えることを特徴とする。

## 【0054】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすことができる。

## 【0055】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、マスタ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記スレーブ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0056】

この発明によれば、マスタ側特定情報送受信手段またはスレーブ側特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートまたはスレーブ側ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置と第2多重化装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ、および第2多重化装置とスレーブ装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置と第2多重化装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、かつ第2多重化装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間も高い精度で一致させることができ、さらに、スレーブ装置の台数が増加しても各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【 0 0 5 7 】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにあつては、前記全パケット多重化装置のうち、少なくとも1台のパケット多重化装置を、小規模通信ネットワークを構成する第3多重化装置（後述する実施の形態の第3パケット多重化装置45に相当）に置き換え、マスタ装置を頂点に、前記多重化装置を介して、前記少なくとも1台の第3多重化装置を接続し、さらに、前記小規模通信ネットワーク内でマスタとなる第2マスタ装置を頂点に、第3多重化装置および必要に応じて1台以上の多重化装置を介して、複数のスレーブ装置をツリー状に接続する構成とし、前記マスタ装置が、該多重化装置および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

## 【 0 0 5 8 】

この発明によれば、マスタ装置が、多重化装置および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置

が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置からサンプリング情報を収集するマスタ装置を複数とした場合でも、特定情報に対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

## 【0059】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記第3多重化装置は、前記第2マスタ装置を接続する第2マスタ側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、前記多重化装置の構成に加えて、該第2マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態の第2マスタ側マスタ宛一般パケット受信バッファ49に相当）と、該第2マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段（第2マスタ側スレーブ宛一般パケット受信バッファ50に相当）と、前記マスタ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するマスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段（マスタ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ51に相当）と、前記スレーブ側ポートから該第2マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段（スレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52に相当）と、該マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2マスタ宛情報選択手段（第2マスタ宛受信バッファ選択回路48に相当）と、該第2マスタ宛情報選択手段にて許可された情報を第2マスタ側ポートへ出力する第2マスタ宛多重バス（第2マスタ宛パケット多重バス47に相当）と、を備えることを特徴とする。

## 【0060】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段、および第2マスタ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特

定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0061】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段および第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段および第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可し、前記第2マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2マスタ宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可することを特徴とする。

## 【0062】

この発明によれば、第3多重化装置にて特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置からサンプリング情報を収集する第2マスタ装置を複数台配置した場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0063】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにあつては、前記マスタ装置に置き換え、前記一般情報を交換する交換装置（後述する実施の形態のパケット交換装置53に相当）と、前記特定情報を送受信する第3マスタ装置（第3マスタ装置54

に相当)と、該交換装置に接続される少なくとも1台の第4多重化装置(第4パケット多重化装置55に相当)と、を備え、前記第3マスタ装置が、前記多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

## 【0064】

この発明によれば、第3マスタ装置が、多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

## 【0065】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記第4多重化装置は、前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、前記マスタ宛一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信する交換装置宛一般情報受信手段(後述する実施の形態の交換装置宛一般パケット受信バッファ57に相当)と、前記スレーブ宛一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ宛一般情報受信手段(スレーブ宛一般パケット受信バッファ58に相当)と、前記マスタ宛情報選択手段に代えて、前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、前記第3マスタ装置への出力を所定の方法で許可する第3マスタ宛情報制御手段(マスタ宛受信バッファ制御回路60に相当)と、を備え、さらに、前記多重

化装置の構成に加えて、前記交換装置宛一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置宛情報選択手段（交換装置宛受信バッファ選択回路 59 に相当）を備えることを特徴とする。

## 【0066】

この発明によれば、マスタ宛情報制御手段、スレーブ宛情報選択手段、および交換装置宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0067】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報制御手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、前記交換装置宛情報選択手段は、前記交換装置宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0068】

この発明によれば、第4多重化装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、本通信ネットワークにおいては、第2マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各第2マスタ装置が、自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外

のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0069】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにあつては、前記マスタ装置に置き換え、前記一般情報と特定情報とを交換する交換装置（後述する実施の形態のパケット交換装置61に相当）と、前記特定情報を送受信する第3マスタ装置（第3マスタ装置54に相当）と、を備え、前記第3マスタ装置が、前記交換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、前記各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整することを特徴とする。

## 【0070】

この発明によれば、第3マスタ装置が、交換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、より高い精度で一致させることができる。

## 【0071】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記交換装置は、前記第3多重化装置のスレーブ宛一般情報受信手段、マスタ側第2マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段、マスタ宛一般情報受信手段、第2マスタ側ポート、同報バス、多重バス、および第2マスタ宛多重バスに代わり、前記マスタ宛情報制御手段が許可し



た情報を宛先に該当するスレーブ側ポートへ出力する交換手段（後述する実施の形態の packets 交換回路 62 に相当）を備えることを特徴とする。

## 【0072】

この発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0073】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにおいて、前記マスタ宛情報制御手段は前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、前記第2マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記第2マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0074】

この発明によれば、交換装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、各第2マスタ装置が、自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0075】

つぎの発明にかかる通信ネットワークにあつては、各装置が送受信する情報を可変長とし、この場合、各装置が前記特定情報の出力を禁止する前記一定時間は、予め定めた最大情報長の送信時間で規定される一定時間とすることを特徴とする。

## 【0076】

この発明によれば、一般情報と特定情報を可変長とした場合でも、マスタ宛情報選択回路の動作で、特定情報の出力を禁止する一定時間を、予め定めた最大情報長の送信時間で規定される時間とすることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0077】

つぎの発明にかかるマスタ装置にあつては、複数のスレーブ装置および多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、各スレーブ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な1台のマスタ装置において、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を送受信する一般情報送受信手段（後述する実施の形態の一般パケット送受信回路28に相当）と、前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を送受信する特定情報送受信手段（特定パケット送受信回路29に相当）と、該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路30に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

## 【0078】

この発明によれば、送信選択手段は、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のスレーブ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる。

## 【0079】

つぎの発明にかかるマスタ装置において、前記送信選択手段は、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手段の出力を許可し、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場

合、該要求を受けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0080】

この発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、外部のスレーブ装置との処置遅延時間のゆらぎをなくすことができる。

【0081】

つぎの発明にかかるスレーブ装置にあつては、1台のマスタ装置および複数の多重化装置とともに通信ネットワークを構成し、マスタ装置と、個々に、サンプリング時刻を調整可能な複数のスレーブ装置において、前記調整されたサンプリング時刻毎にサンプリングされる一般情報を送受信する一般情報送受信手段（後述する実施の形態の一般パケット送受信回路28に相当）と、前記サンプリング時刻合わせに用いる特定情報を送受信する特定情報送受信手段（特定パケット送受信回路29に相当）と、該一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を所定の方法で許可する送信選択手段（送信選択回路30に相当）と、を備え、送受信ポートを介して、前記多重化装置と接続することにより通信を行うことを特徴とする。

【0082】

この発明によれば、送信選択手段は、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のマスタ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる。

【0083】

つぎの発明にかかるスレーブ装置において、前記送信選択手段は、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けていない場合、前記一般情報送受信手

段の出力を許可し、前記特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、該要求を受けてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、前記特定情報送受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記一般情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0084】

この発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、外部のマスタ装置との処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0085】

つぎの発明にかかる多重化装置にあつては、1台のマスタ装置および複数のスレーブ装置とともに通信ネットワークを構成し、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信を中継する多重化装置において、各スレーブ側ポートからの一般情報を個々に受信するマスタ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態の各マスタ宛一般パケット受信バッファ21に相当）と、各スレーブ側ポートからの起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段（マスタ宛特定パケット受信バッファ22に相当）と、マスタ側ポートからの情報を全スレーブ側ポートへ同報するスレーブ宛同報バス（パケット同報バス23に相当）と、前記各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報選択手段（マスタ宛受信バッファ選択回路25に相当）と、該マスタ宛情報選択手段にて許可された情報をマスタ側ポートへ出力するマスタ宛多重バス（パケット多重バス24に相当）と、を備えることを特徴とする。

## 【0086】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置へ

の出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0087】

つぎの発明にかかる多重化装置において、前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、マスタ宛一般情報受信手段の出力を所定の巡回順に許可し、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記マスタ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、ある特定の送信時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0088】

この発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0089】

つぎの発明にかかる多重化装置にあつては、さらに、前記マスタ側ポートからの情報を受信するスレーブ宛情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛パケット受信バッファ31に相当）と、該スレーブ宛情報受信手段の出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報制御手段（スレーブ宛受信バッファ制御回路32に相当）と、を備え、前記マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合、該一般情報または特定情報を、前記スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、前記特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、該一定時間の経過後、該スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力することを特徴とする。

## 【0090】

この発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、一定時間の経過後、スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力する。これにより、特定情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

## 【0091】

つぎの発明にかかる多重化装置にあつては、さらに、前記マスタ側ポートからの一般情報を受信するスレーブ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛一般パケット受信バッファ33に相当）と、前記マスタ側ポートからの特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段（後述する実施の形態のスレーブ宛特定パケット受信バッファ34に相当）と、前記スレーブ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、前記スレーブ装置への出力を所定の方法で許可するスレーブ宛情報選択手段（スレーブ宛受信バッファ選択回路35に相当）と、を備え、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信していない場合、該スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、該スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、前記特定の送信時間で規定される一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0092】

この発明によれば、マスタ側ポートから特定情報を受信していない場合は、スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、マスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ、特定情報の出力を禁止し、さらに、一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、特定情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一

致させることができるとともに、さらに、一般情報に対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することができる。

【0093】

つぎの発明にかかる多重化装置にあっては、さらに、該管理情報を送受信する管理情報送受信手段（後述する実施の形態の管理パケット送受信回路36に相当）を備え、前記マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、さらに、前記一定時間の間、前記管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

【0094】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、パケット多重化装置が管理情報を送受信する場合でも、特定情報に対して、外部のスレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる。

【0095】

つぎの発明にかかる多重化装置（第2多重化装置に相当）にあっては、前記特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してマスタ装置として振る舞い、前記マスタ宛特定情報受信手段の代わりに、前記マスタ側ポートからの前記特定情報を送受信するマスタ側特定情報送受信手段（後述する実施の形態のマスタ側特定パケット送受信回路43に相当）と、前記多重化装置のスレーブ宛特定情報受信手段の代わりに、

前記スレーブ側ポートからの前記特定情報を送受信するスレーブ側特定情報送受信手段（スレーブ側特定パケット送受信回路42に相当）と、を備えることを特徴とする。

## 【0096】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0097】

つぎの発明にかかる多重化装置（第2多重化装置に相当）において、前記マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、マスタ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該マスタ側特定情報送受信手段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記スレーブ側特定情報送受信手段から特定情報送信要求を受けている場合、前記一定時間だけ、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段の新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ側特定情報送受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0098】

この発明によれば、マスタ側特定情報送受信手段またはスレーブ側特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートまたはスレーブ側ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0099】

つぎの発明にかかる多重化装置（第3多重化装置に相当）にあっては、前記第



2 マスタ装置を接続する第2 マスタ側ポートを有することにより、相互の通信を中継し、さらに、前記多重化装置の構成に加えて、該第2 マスタ側ポートから前記マスタ側ポートへの前記一般情報を受信する第2 マスタ側マスタ宛一般情報受信手段（後述する実施の形態の第2 マスタ側マスタ宛一般パケット受信バッファ49に相当）と、該第2 マスタ側ポートから前記スレーブ側ポートへの前記一般情報を受信する第2 マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段（第2 マスタ側スレーブ宛一般パケット受信バッファ50に相当）と、前記マスタ側ポートから該第2 マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するマスタ側第2 マスタ宛一般情報受信手段（マスタ側第2 マスタ宛一般パケット受信バッファ51に相当）と、前記スレーブ側ポートから該第2 マスタ側ポートへの前記一般情報を受信するスレーブ側第2 マスタ宛一般情報受信手段（スレーブ側第2 マスタ宛一般パケット受信バッファ52に相当）と、該マスタ側第2 マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第2 マスタ宛一般情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2 マスタ宛情報選択手段（第2 マスタ宛受信バッファ選択回路48に相当）と、該第2 マスタ宛情報選択手段にて許可された情報を第2 マスタ側ポートへ出力する第2 マスタ宛多重バス（第2 マスタ宛パケット多重バス47に相当）と、を備えることを特徴とする。

#### 【0100】

この発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段、および第2 マスタ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

#### 【0101】

つぎの発明にかかる多重化装置（第3 多重化装置に相当）において、前記マスタ宛情報選択手段は、前記スレーブ側ポートのいずれかから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、該一定時間の間、前記マスタ宛一般情報受信手段および第2 マスタ側マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記マスタ宛特定情報受信手

段の出力を許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、該特定情報の出力を禁止し、該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段および第 2 マスタ側スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可し、前記第 2 マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ側第 2 マスタ宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可することを特徴とする。

## 【 0 1 0 2 】

この発明によれば、第 3 多重化装置にて特定情報の中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【 0 1 0 3 】

つぎの発明にかかる多重化装置（第 4 多重化装置に相当）にあっては、前記交換装置を接続する交換装置側ポートを有することにより、相互の通信の中継し、前記マスタ宛一般情報受信手段に代えて、各スレーブ側ポートからの前記一般情報を個々に受信する交換装置宛一般情報受信手段（後述する実施の形態の交換装置宛一般パケット受信バッファ 5 7 に相当）と、前記スレーブ宛一般情報受信手段に代えて、交換装置側ポートからの前記一般情報を受信する交換装置側スレーブ宛一般情報受信手段（スレーブ宛一般パケット受信バッファ 5 8 に相当）と、前記マスタ宛情報選択手段に代えて、前記マスタ宛特定情報受信手段を制御し、前記第 3 マスタ装置への出力を所定の方法で許可する第 3 マスタ宛情報制御手段（マスタ宛受信バッファ制御回路 6 0 に相当）と、を備え、さらに、前記多重化装置の構成に加えて、前記交換装置宛一般情報受信手段の中から一つを選択し、出力を許可する交換装置宛情報選択手段（交換装置宛受信バッファ選択回路 5 9 に相当）を備えることを特徴とする。

## 【 0 1 0 4 】

この発明によれば、マスタ宛情報制御手段、スレーブ宛情報選択手段、および

交換装置宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0105】

つぎの発明にかかる多重化装置（第4多重化装置に相当）において、前記マスタ宛情報制御手段は、前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、前記交換装置宛情報選択手段は、前記交換装置宛一般情報受信手段の出力を巡回順に許可し、前記スレーブ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、該一定時間の間、前記スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、該スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0106】

この発明によれば、第4多重化装置が特定情報の中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0107】

つぎの発明にかかる交換装置にあっては、1台のマスタ装置および複数のスレーブ装置とともに通信ネットワークを構成し、前記マスタ装置を接続するマスタ側ポートと、前記複数のスレーブ装置を接続するスレーブ側ポートとを有することにより、相互の通信の中継し、さらに、前記マスタ側ポートからの特定情報を受信するスレーブ宛特定情報受信手段と、前記各スレーブ側ポートからの一般情報を受信する第2マスタ宛一般情報受信手段と、前記各スレーブ側ポートからの起動用特定情報を受信し、一括管理するマスタ宛特定情報受信手段と、前記マスタ

マスタ宛特定情報受信手段を制御し、マスタ装置への出力を所定の方法で許可するマスタ宛情報制御手段と、前記第2マスタ宛一般情報受信手段とスレーブ宛特定情報受信手段のいずれか一方を選択し、出力を許可する第2マスタ宛情報選択手段と、前記マスタ宛情報制御手段が許可した情報を宛先に該当するスレーブ側ポートへ出力する交換手段（後述する実施の形態のパケット交換回路62に相当）と、を備えることを特徴とする。

## 【0108】

この発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0109】

つぎの発明にかかる多重化装置（交換装置に相当）において、前記マスタ宛情報制御手段は前記スレーブ側ポートから前記特定情報を受信している場合、ある特定の送信時間に規定される一定時間だけ、マスタ宛特定情報受信手段に該特定情報を蓄積し、該一定時間の経過後、該マスタ宛特定情報受信手段から該特定情報を出力し、前記第2マスタ宛情報選択手段は、前記マスタ側ポートから前記特定情報を受信している場合、前記一定時間だけ、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を禁止し、さらに、該一定時間の間、前記第2マスタ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、該一定時間の経過後、前記スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可することを特徴とする。

## 【0110】

この発明によれば、交換装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる。

## 【0111】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明にかかる通信ネットワーク、および該通信ネットワークを構成するマスタ装置、スレーブ装置、並びに多重化装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

#### 【0112】

##### 実施の形態 1.

図 1 は、本発明にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、本実施の形態では、図 1 に示すように、マスタ装置と複数のスレーブ装置の間に、パケット多重化装置を 1 台または複数台設け、ツリー状の大規模通信ネットワークを構成する。

#### 【0113】

図 1 において、6 は各スレーブ装置からサンプリング情報を収集するとともに、各スレーブ装置とサンプリング時刻合わせの通信を実行するマスタ装置であり、7 はマスタ装置 6 に対しサンプリング情報を送信するとともに、サンプリング時刻合わせの通信を実行する複数のスレーブ装置であり、8 はパケット多重化装置である。なお、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間では、以下の二つのパケットを送受信する。一つ目は、サンプリング情報を示す一般パケットであり、二つ目は、サンプリング時刻合わせの通信に用いる特定パケットである。

#### 【0114】

また、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間で送受信するパケットを一般パケットと特定パケットとに区別する理由は、サンプリング情報の収集よりも、サンプリング時刻合わせの通信を優先して行い、後者の通信に対してマスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を等しくすることで、先に説明した (3) 式を成立させるためである。

#### 【0115】

本実施の形態による通信ネットワークは、特定パケットに対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすことを目的とする。

#### 【0116】

以下、図 1 に示す通信ネットワークを構成する各装置の動作を説明する。各スレーブ装置 7 は、マスタ装置 6 に対して、予め各スレーブ装置毎に定められた周期で一般パケットを送信する。なお、このとき、周期が守られていれば、送信する時刻は問わない。

## 【0117】

また、マスタ装置 6 は、各スレーブ装置 7 を巡回順に指名（以降、ポーリングとよぶ）し、ポーリングを受けたスレーブ装置 7 は、マスタ装置 6 に対し、特定パケットを送信する。この特定パケットの送受信の流れは、図 17 に示す従来の通信ネットワークのサンプリング時刻合わせの流れを示すタイミングチャートにおいて、マスタ装置とスレーブ装置の動作が入れ替わることを除き、同様である。

## 【0118】

すなわち、ポーリングを受けたスレーブ装置 7 は、自サンプリング時刻に合わせて、マスタ装置 6 へサンプリング時刻合わせを起動する特定パケットを送信し、これを受けたマスタ装置 6 は、自サンプリング時刻に合わせて、スレーブ装置 7 へ特定パケットを返信し、これを受けたスレーブ装置 7 が  $\Delta T$  を算出し、サンプリング時刻とサンプリング番号を調整する（従来の通信ネットワークの説明を参照）。

## 【0119】

従って、上記ポーリングにより、特定パケットは、通信ネットワーク上に同時に二つ以上存在しないことになる。なお、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間で送受信する一般パケットと特定パケットのパケット長は、同一かつ固定であるものとする。また、一般パケットと特定パケットの先頭には、制御領域を設け、その制御領域内の先頭には、両パケットの識別ビットが設けられている。

## 【0120】

図 2 は、本実施の形態におけるパケット多重化装置 8 の内部構成を示す図である。図 2 において、21 は各スレーブ側ポート 12 毎に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファであり、22 はすべてのスレーブ側ポート 12 に対して設けられた一つのマスタ宛特定パケット受信バッファであり、23 はマスタ側ポート 1

1 からすべてのスレーブ側ポート 12 の方向にパケットを同報するためのパケット同報バスであり、24 はすべてのスレーブ側ポート 12 からマスタ側ポート 11 の方向にパケットを送信するためのパケット多重バスであり、25 は各マスタ宛受信バッファを選択するマスタ宛受信バッファ選択回路である。

【0121】

ここで、図2を用いて、本実施の形態におけるパケット多重化装置8の動作を説明する。たとえば、マスタ側ポート11から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、パケット多重化装置8では、パケット同報バス23を経由して、すべてのスレーブ側ポート12に同報する。一方、各スレーブ側ポート12から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、パケット多重化装置8では、まず、伝送路終端回路13が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。

【0122】

そして、それが一般パケットである場合は、前記スレーブ側ポート12に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ21に、その一般パケットを一旦格納し、一方、それが特定パケットである場合は、マスタ宛特定パケット受信バッファ22に、その特定パケットを一旦格納する。そして、各受信バッファは、マスタ宛受信バッファ選択回路25の許可を得た後、パケット多重バス24を経由して、マスタ側ポート11から受信したパケットを送信する。

【0123】

つぎに、マスタ宛受信バッファ選択回路25の動作を説明する。たとえば、マスタ宛特定パケット受信バッファ22に特定パケットが格納されていない場合、マスタ宛受信バッファ選択回路25は、一般パケットが格納されているマスタ宛一般パケット受信バッファ21のいずれか一つを、巡回順に選択し、出力を許可する。なお、ここでは、各受信バッファにパケット全体が格納されていなくても、パケットの先頭が格納され始めていれば、受信バッファにパケットが格納されていると見なす。

【0124】

マスタ宛特定パケット受信バッファ22に特定パケットの先頭が格納され始め

た場合、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 は、前記特定パケット全体がマスタ宛特定パケット受信バッファ 22 に格納されるまで、すなわち 1 パケットの送信に要する一定時間、前記特定パケットの出力を禁止する。そして、前記一定時間の間、すでに他のマスタ宛一般パケット受信バッファ 21 から一般パケットを出力中であれば、その出力を継続するが、新たな出力は許可しない。

## 【0125】

前記一定時間経過後、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 は、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 の出力を、他のマスタ宛一般パケット受信バッファ 21 よりも優先して許可する。

## 【0126】

図 3 は、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 への特定パケットの流れを示すタイミングチャートの例である。なお、図 3 では、1 台のマスタ装置 6 と 2 台のスレーブ装置 7 を 1 台のパケット多重化装置 8 で接続した通信ネットワークにおいて、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 へ特定パケットを送信した場合の遅延時間の例を示している。

## 【0127】

図 6 におけるケース 1 は、パケット多重化装置 8 内で特定パケットだけを中継したケースを示し、ケース 2 は、パケット多重化装置 8 に特定パケットが到着してから、1 パケットの送信に要する一定の待ち時間の間に、他の一般パケットが到着したケースを示し、ケース 3 は、パケット多重化装置 8 に特定パケットが到着してから、1 パケットの送信に要する一定の待ち時間後、特定パケットを送信している最中に他の一般パケットが到着したケースを示す。

## 【0128】

いずれのケースも、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 への特定パケットの遅延時間は、

スレーブ装置 7 からパケット多重化装置 8 の伝送路遅延  
 + 1 パケットの送信に要する一定時間  
 + パケット多重化装置 8 の固定処理遅延  
 + パケット多重化装置 8 からマスタ装置 6 の伝送路遅延



となり、その遅延時間は一定である。なお、図6の例では、パケット多重化装置8内の固定的な処理遅延時間の図示を省略している。

## 【0129】

以上の動作により、本実施の形態によれば、特定パケットの先頭がパケット多重化装置8のスレーブ側ポート12に到着してから、前記特定パケットの先頭がマスタ側ポート11より出力されるまでの中継遅延時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、1パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）との和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。従って、特定パケットに対して、スレーブ装置7からマスタ装置6への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

## 【0130】

一方、特定パケットに対するパケット多重化装置8の逆方向の中継遅延時間、すなわち、マスタ側ポート11からスレーブ側ポート12へ中継する際の遅延時間は、一般パケットとの競合がないため、一定の処理遅延時間のみとなり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎは発生しない。従って、特定パケットに対して、マスタ装置6からスレーブ装置7への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

## 【0131】

なお、スレーブ装置7からマスタ装置6への待ち合わせによる伝送遅延時間と、マスタ装置6からスレーブ装置7への待ち合わせによる伝送遅延時間とを一致させる場合は、スレーブ装置7からマスタ装置6への特定パケットの伝送遅延時間は、逆方向の伝送遅延時間に比較し、1パケットの送信に要する一定時間と経由する多重化装置の台数の積だけ多いため、予めスレーブ装置がその差を認識し（すなわち、予めスレーブ装置に初期設定しておく）、その差を踏まえて先に説明した（3）式により、 $\Delta T$ を算出すればよい。このよう方法で、 $\Delta T$ を算出することにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上することが可能である。

## 【0132】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットのパケット長を固定長と

したが、たとえば、可変長とした場合においても、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の制御で、特定パケットの出力を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の 1 パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果がえられる。

【0133】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置とを共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

【0134】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報との両者を、1 種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

【0135】

実施の形態 2.

本実施の形態においても、通信ネットワークの構成は、図 1 を用いる。なお、実施の形態 1 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態において、扱うパケット種別、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、およびパケット多重化装置 8 の動作は、実施の形態 1 に示す動作と同様である。ここでは、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 がパケットを送信する際の動作が異なる。

【0136】

本実施の形態による通信ネットワークは、マスタ装置とスレーブ装置間相互において、自サンプリング時刻から特定パケットを送信するまでの送信処理時間のゆらぎをなくすことを目的とする。

【0137】

図 4 は、本実施の形態にかかるマスタ装置 6 およびスレーブ装置 7 の内部構成のうち、パケット送受信に関わる部分を示している。図 4 において、26 は、送受信ポートであり、27 は伝送路終端回路であり、28 は一般パケット送受信回

路であり、29は特定パケット送受信回路であり、30は送信選択回路である。

【0138】

ここで、本実施の形態にかかるマスタ装置6およびスレーブ装置7の動作を説明する。たとえば、送受信ポート26から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、マスタ装置6およびスレーブ装置7内では、まず、伝送路終端回路27が前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。参照結果が一般パケットの場合は、一般パケット送受信回路28にその一般パケットを入力し、参照結果が特定パケットの場合は、特定パケット送受信回路29にその特定パケットを入力する。

【0139】

一方、一般パケットまたは特定パケットを送信する場合、マスタ装置6およびスレーブ装置7内では、一般パケット送受信回路28または特定パケット送受信回路29が送信選択回路30から許可を得た後、送受信ポート26から該パケット送信する。

【0140】

つぎに、送信選択回路30の動作を説明する。たとえば、特定パケット送受信回路29から送信要求を受けていない場合に、一般パケット送受信回路28から送信要求を受けていれば、送信選択回路30は、その送信を許可する。

【0141】

一方、特定パケット送受信回路29から送信要求を受けている場合、送信選択回路30は、該要求を受けてから、1パケットの送信に要する一定時間、前記特定パケットの送信を禁止する。前記一定時間の間、すでに一般パケット送受信回路28から一般パケットを送信中であれば、その送信を継続するが、新たな送信は許可しない。そして、前記一定時間経過後、特定パケット送受信回路29の送信を一般パケット送受信回路28よりも優先して許可する。

【0142】

以上の動作により、本実施の形態によれば、特定パケット送受信回路29が送信を要求してから、特定パケットの先頭が送受信ポート26より出力されるまでの処置遅延時間は、一般パケットの送信状況に関わらず、1パケットの送信に要

する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、処置遅延時間のゆらぎはない。また、この処理遅延時間は、マスタ装置 6 およびスレーブ装置 7 において同一であり、処理遅延時間のゆらぎも共がない。従って、特定パケットに対して、スレーブ装置 7 内の特定パケット送受信回路 29 と、マスタ装置 6 内の特定パケット送受信回路 29 間において、両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎはない。

## 【0143】

また、マスタ装置 6 およびスレーブ装置 7 内の処置遅延時間自体は、先に説明した（1）式と（2）式の伝送遅延時間  $T_d$  の一部と見なせるため、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎがゼロであることから、（3）式を極めて高い精度で満足する。

## 【0144】

上記の説明により、本実施の形態では、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度をさらに向上させることができる。なお、上記の説明では、一般パケットと特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の 1 パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

## 【0145】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0146】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1 種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0147】

実施の形態 3.

本実施の形態においても、通信ネットワークの構成は、図1を用いる。なお、実施の形態1および2にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態において、扱うパケット種別、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置6と各スレーブ装置7の送受信動作、およびパケット多重化装置8の動作のうち、スレーブ装置7からマスタ装置6へパケットを中継する際の動作は、実施の形態1および実施の形態2に示す動作と同様である。ここでは、パケット多重化装置8の動作のうち、マスタ装置6からスレーブ装置7へパケットを中継する際の動作が、実施形態1および実施形態2と異なる。

## 【0148】

本実施の形態による通信ネットワークは、特定パケットに対して、マスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることを目的とする。

## 【0149】

図8は、本実施の形態にかかるパケット多重化装置8の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図8において、31はマスタ側ポート11に設けたスレーブ宛パケット受信バッファであり、32はスレーブ宛受信バッファを制御するスレーブ宛受信バッファ制御回路である。

## 【0150】

ここで、本実施の形態にかかるパケット多重化装置8が、マスタ装置6からスレーブ装置7へパケットを中継する際の動作を説明する。たとえば、パケット多重化装置8が、マスタ側ポート11から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合は、スレーブ宛パケット受信バッファ31にそのパケットを一旦格納し、パケット同報バス23を経由して、すべてのスレーブ側ポート12に同報する。その際、スレーブ宛受信バッファ制御回路32は、スレーブ宛パケット受信バッファ31にパケットの先頭が格納されてから、前記パケットの最後尾が格納されるまで、すなわち、1パケットの送信に要する一定時間、前記パケットを格納しておき、前記一定時間経過後、スレーブ宛パケット受信バッファ31より出力

する。すなわち、全ての packets を、スレーブ宛 packet 受信バッファ 31 を用いて前記一定時間遅延させる。

#### 【0151】

以上の動作により、本実施の形態によれば、特定 packet の先頭が packet 多重化装置 8 のマスタ側ポート 11 に到着してから、前記特定 packet の先頭がスレーブ側ポート 12 より出力されるまでの中継遅延時間は、1 packet の送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となる。この値は、packet 多重化装置 8 が、特定 packet をスレーブ側ポート 12 からマスタ側ポート 11 へ中継する際の遅延時間と高い精度で一致する。

#### 【0152】

従って、本実施の形態では、特定 packet に対して、スレーブ装置 7 とマスタ装置 6 間の両方向の伝送遅延時間が、経由する多重化装置の台数に関わらず高い精度で一致し、予めスレーブ装置に両方向の伝送遅延時間の差を設定する必要がなくなり、各スレーブ装置の管理を単純にすることが可能である。

#### 【0153】

なお、上記の説明では、一般 packet と特定 packet の packet 長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定 packet の送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大 packet 長の 1 packet の送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0154】

また、上記の説明では、マスタ装置と packet 多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段の packet 多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0155】

また、上記の説明では、一般 packet と特定 packet を区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1 種類の packet に格納し、その packet 内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0156】

## 実施の形態 4.

本実施の形態においても、通信ネットワークの構成は、図 1 を用いる。なお、実施の形態 1～3 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態において、扱うパケット種別、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 の送受信動作、およびパケット多重化装置 8 の動作のうち、スレーブ装置 7 からマスタ装置 6 へパケットを中継する際の動作は、実施の形態 1 および実施の形態 2 に示す動作と同様である。ここでは、パケット多重化装置 8 の動作のうち、マスタ装置 6 からスレーブ装置 7 へパケットを中継する際の動作が、実施の形態 1 および実施の形態 2 と異なる。

## 【0157】

本実施の形態による通信ネットワークは、特定パケットに対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させるとともに、一般パケットに対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することを目的とする。

## 【0158】

図 6 は、本実施の形態にかかるパケット多重化装置 8 の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図 6 において、33 はマスタ側ポート 11 に設けたスレーブ宛一般パケット受信バッファであり、34 はマスタ側ポート 11 に設けたスレーブ宛特定パケット受信バッファであり、35 は各スレーブ宛受信バッファを選択するスレーブ宛受信バッファ選択回路である。

## 【0159】

ここで、実施の形態 4 によるパケット多重化装置 8 において、マスタ装置 6 からスレーブ装置 7 へパケットを中継する際の動作を説明する。たとえば、マスタ側ポート 11 から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、パケット多重化装置 8 内では、まず、伝送路終端回路 13 が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。

## 【0160】

そして、参照結果が一般パケットの場合は、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 にその特定パケットを一旦格納する。そして、各受信バッファでは、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の許可を得た後、パケット同報バス 23 を経由してすべてのスレーブ側ポート 12 に同報する。

#### 【0161】

つぎに、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の動作を説明する。たとえば、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 に特定パケットが格納されていない場合、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 は、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 に一般パケットが格納されていれば、その出力を許可する。なお、受信バッファにパケット全体が格納されていなくとも、パケットの先頭が格納され始めていれば、受信バッファにパケットが格納されていると見なす。

#### 【0162】

一方、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 に特定パケットの先頭が格納され始めた場合、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 は、前記特定パケット全体がスレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 に格納されるまで、すなわち、1 パケットの送信に要する一定時間、前記特定パケットの出力を禁止する。前記一定時間の間、すでにスレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 から一般パケットを出力中であれば、その出力を継続するが、新たな出力は許可しない。そして、前記一定時間経過後、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 の出力をスレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 よりも優先して許可する。

#### 【0163】

以上の動作により、本実施の形態によれば、特定パケットの先頭がパケット多重化装置 8 のマスタ側ポート 11 に到着してから、前記特定パケットの先頭がスレーブ側ポート 12 より出力されるまでの中継遅延時間は、1 パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となる。この値は、パケット多重化装置 8 が、特定パケットを逆方向、すなわ



ち、スレーブ側ポート 12 からマスタ側ポート 11 へ中継する際の遅延時間と高い精度で一致する。

【0164】

従って、本実施の形態では、特定パケットに対して、スレーブ装置 7 とマスタ装置 6 間の両方向の伝送遅延時間が、経由する多重化装置の台数に関わらず高い精度で一致し、予めスレーブ装置に両方向の伝送遅延時間の差を設定する必要がなくなり、各スレーブ装置の管理を単純にすることが可能である。

【0165】

さらに、本実施の形態では、パケット多重化装置 8 のスレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 とスレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 にパケットが格納されていなければ、一般パケットが前記パケット多重化装置 8 のマスタ側ポート 11 に到着してから、スレーブ側ポート 12 より出力されるまでの中継遅延時間は、一定の処理時間のみとなり、実施の形態 3 に比較し、遅延時間を短縮とすることが可能となる。

【0166】

なお、上記の説明では、一般パケットと特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の 1 パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

【0167】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

【0168】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1 種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

【0169】

## 実施の形態 5.

本実施の形態においても、通信ネットワークの構成は、図 1 を用いる。なお、実施の形態 1～4 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。また、本実施の形態において、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置 6 と各スレーブ装置 7 の送受信動作は、管理パケットを送受信することを除き、実施の形態 1 から実施の形態 4 のいずれかに示す動作と同様である。

## 【0170】

本実施の形態では、マスタ装置 6 とスレーブ装置 7 間で一般パケットと特定パケットを送受信するとともに、マスタ装置 6、スレーブ装置 7、パケット多重化装置 8 の各装置間で、各装置の管理情報である管理パケットを送受信する。なお、管理パケットのパケット長は、一般パケットおよび特定パケットと同一かつ固定とする。また、管理パケットは、一般パケットと同様に、遅延時間のゆらぎを許容できるパケットであるが、パケット多重化装置 8 は、管理パケットを中継せずに、内部で終端するため、一般パケットと区別する必要がある。従って、管理パケット、一般パケット、特定パケットの先頭に制御領域を設け、制御領域内の先頭に各パケットの識別ビットを設ける。

## 【0171】

本実施の形態による通信ネットワークは、パケット多重化装置が以下で定義する管理パケットを送受する場合にも、特定パケットに対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることを目的とする。

## 【0172】

図 7 は、本実施の形態にかかるパケット多重化装置 8 の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図 7 において、36 は、管理パケット送受信回路である。

## 【0173】

ここで、本実施の形態にかかるパケット多重化装置 8 の動作を説明する。たとえば、各スレーブ側ポート 12 から一般パケット、特定パケット、管理パケットのいずれかを受信した場合、パケット多重化装置 8 内では、まず、伝送路終端回

路 13 が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。そして、参照結果が一般パケットの場合は、前記スレーブ側ポート 12 に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ 21 にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 にその特定パケットを一旦格納し、さらに、参照結果が管理パケットの場合は、管理パケット送受信回路 36 へその管理パケットを入力する。

## 【0174】

また、マスタ宛一般パケット受信バッファ 21、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22、管理パケット送受信回路 36 のそれぞれが、パケットをマスタ側ポート 11 に送信する場合、パケット多重化装置 8 内では、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の許可を得た後、パケット多重バス 24 を経由して、マスタ側ポート 11 からパケットを送信する。

## 【0175】

なお、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の動作は、実施の形態 1 から実施の形態 4 のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 の出力を、1 パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、マスタ宛一般パケット受信バッファ 21、および管理パケット送受信回路 36 の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ宛特定パケット受信バッファ 22 の出力を許可するものである。また、マスタ側ポート 11 から一般パケット、特定パケット、管理パケットのいずれかを受信した場合も、上記スレーブ側ポート 12 から受信した場合と同様である。

## 【0176】

また、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33、スレーブ宛特定パケット受信バッファ 34、管理パケット送受信回路 3 のそれぞれが、パケットをスレーブ側ポート 12 に送信する場合、パケット多重化装置 8 内では、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の許可を得た後、パケット同報バス 23 を経由して、すべてのスレーブ側ポート 12 に同報する。

## 【0177】

なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の動作も、実施の形態 1 から実施

の形態4のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止するとともに、スレーブ宛一般パケット受信バッファ33および管理パケット送受信回路36の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可するものである。

## 【0178】

以上の動作により、本実施の形態によれば、特定パケットの先頭がパケット多重化装置8のスレーブ側ポート12に到着してから、前記特定パケットの先頭がマスタ側ポート11より出力されるまでの中継遅延時間は、一般パケットの中継状況および管理パケットの送信状況に関わらず、1パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。従って、特定パケットに対して、スレーブ装置7からマスタ装置6への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

## 【0179】

また、特定パケットに対するパケット多重化装置8の逆方向の中継遅延時間、中継遅延時間のゆらぎ、マスタ装置6からスレーブ装置7への伝送遅延時間のゆらぎについても同様である。従って、本実施の形態では、パケット多重化装置8が管理パケットを送受信する場合においても、特定パケットに対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0180】

なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケット、管理パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の1パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

## 【0181】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0182】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0183】

実施の形態6.

図8は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1～5にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図8において、41は第2パケット多重化装置である。図8に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2パケット多重化装置41を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置6を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第2パケット多重化装置41を複数台接続する。

## 【0184】

なお、本実施の形態6において、扱うパケット種別、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置6と各スレーブ装置7の送受信動作、およびパケット多重化装置8の動作は、実施の形態1から実施の形態5のいずれかに示す動作と同様である。

## 【0185】

本実施の形態による通信ネットワークは、スレーブ装置が増加した場合でも、各スレーブ装置のサンプリング時刻精度を向上させることを目的とする。

## 【0186】

つぎに、第2パケット多重化装置41の機能を説明する。実施の形態1から実

施の形態5のいずれかに示す通信ネットワークでは、マスタ装置6が、各スレーブ装置7を巡回順にポーリングし、ポーリングしたスレーブ装置7との間で図3に示す従来の通信ネットワークにおけるサンプリング時刻合わせの流れと同様に、時刻合わせを行う。

## 【0187】

各スレーブ装置7は、マスタ装置6から次のポーリングを受けるまで、自身の動作クロックでサンプリング時刻を再生し、次のポーリングを受けた際に、マスタ装置6と前記スレーブ装置7との動作クロックの周波数差によって生じるサンプリング時刻のずれ $\Delta T$ を算出し、自サンプリング時刻を補正する。なお、あるスレーブ装置7が、マスタ装置6からポーリングを受ける間隔は、通信ネットワーク内の全スレーブ装置7の台数に比例する。従って、スレーブ装置7の台数が増加すると、各スレーブ装置7のサンプリング時刻の精度が低下する。

## 【0188】

そこで、本実施形態にかかる通信ネットワークでは、第2パケット多重化装置41を設ける。第2パケット多重化装置41は、特定パケットを中継せず、送受信する機能を持つ。そして、その上位のマスタ装置6に対しては、サンプリング時刻合わせのスレーブ装置7として振る舞い、その下位の各スレーブ装置7に対しては、サンプリング時刻合わせのマスタ装置6として振る舞う。すなわち、第2パケット多重化装置41をはさみ、サンプリング時刻合わせの階層が2階層に分割されることになる。

## 【0189】

これにより、たとえば、スレーブ装置7を100台設け、マスタ装置6が、1台のスレーブ装置7をポーリングし、時刻合わせを完了するまでに要する時間を $T_p$ とすると、あるスレーブ装置7をポーリングする間隔は、 $T_p \times 100$ である。

## 【0190】

一方、第2パケット多重化装置41を10台設け、各第2パケット多重化装置41が10台ずつのスレーブ装置7を収容すると、マスタ装置6が、ある第2パケット多重化装置41をポーリングする間隔は、 $T_p \times 10$ である。さらに、前

記第2パケット多重化装置41が、その下位の10台のスレーブ装置7に対しポーリングする間隔も、 $T_p \times 10$ である。

## 【0191】

従って、マスタ装置6があるスレーブ装置7をポーリングする間隔は、およそ $T_p \times 20$ と見なすことができ、各スレーブ装置7のサンプリング時刻精度は、第2パケット多重化装置41を用いない場合と比較して、5倍程度に向上されることになる。

## 【0192】

図9は、本実施の形態にかかる第2パケット多重化装置41の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

## 【0193】

図9において、42はサンプリング時刻合わせのマスタ装置6としての機能を持つスレーブ側特定パケット送受信回路であり、43はサンプリング時刻合わせのスレーブ装置7としての機能を持ち、常にスレーブ側特定パケット送受信回路42にサンプリング時刻を通知するマスタ側特定パケット送受信回路である。

## 【0194】

ここで、本実施の形態による第2パケット多重化装置41の動作を説明する。たとえば、各スレーブ側ポート12から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、第2パケット多重化装置41内では、まず、伝送路終端回路13が、前記パケットの制御領域の識別ビットを参照する。参照結果が一般パケットの場合は、前記スレーブ側ポート12に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ21にその一般パケット一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、スレーブ側特定パケット送受信回路42にその特定パケットを入力する。

## 【0195】

また、マスタ宛一般パケット受信バッファ21およびマスタ側特定パケット送受信回路43がパケットをマスタ側ポート11に送信する場合、第2パケット多重化装置41内では、マスタ宛受信バッファ選択回路25の許可を得た後、パケット多重バス24を経由して、マスタ側ポート11から送信する。

## 【0196】

なお、マスタ宛受信バッファ選択回路 25 の動作は、実施の形態 1 から実施の形態 5 のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、マスタ側特定パケット送受信回路 43 の出力を 1 パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、マスタ宛一般パケット受信バッファ 21 の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ側特定パケット送受信回路 43 の出力を許可するものである。また、マスタ側ポート 11 から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合も、上記スレーブ側ポート 12 から受信した場合と同様である。

## 【0197】

また、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 およびスレーブ側特定パケット送受信回路 42 がスレーブ側ポート 12 に送信する場合、第 2 パケット多重化装置 41 内では、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の許可を得た後、パケット同報バス 23 を経由して全スレーブ側ポート 12 に同報する。

## 【0198】

なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路 35 の動作も、実施の形態 1 から実施の形態 6 のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ側特定パケット送受信回路 42 の出力を 1 パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、スレーブ宛一般パケット受信バッファ 33 の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ側特定パケット送受信回路 42 の出力を許可するものである。

## 【0199】

以上の動作により、本実施の形態によれば、マスタ側特定パケット送受信回路 43 またはスレーブ側特定パケット送受信回路 42 が送信を要求してから、特定パケットの先頭がマスタ側ポート 11 またはスレーブ側ポート 12 より出力されるまでの処置遅延時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、1 パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置 6 と第 2 パケット多重化装置 41 間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ、および第 2 パケット多重化装置 41 とスレー



ブ装置 7 間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。

#### 【0200】

従って、本実施の形態では、特定パケットに対して、マスタ装置 6 と第 2 パケット多重化装置 4 1 間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、かつ第 2 パケット多重化装置 4 1 とスレーブ装置 7 間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、スレーブ装置の台数が増加しても各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることできる。

#### 【0201】

なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の 1 パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0202】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

#### 【0203】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1 種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。また、上記の説明では、管理パケットを扱っていないが、第 2 パケット多重化装置の内部に実施の形態 5 と同様な管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施の形態 5 と同様な効果が得られる。

#### 【0204】

実施の形態 7.

図 10 は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態 1～6 にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図 10 において、44 は一般パケットだけを送受信する第 2

マスタ装置であり、45は1台につき1台の第2マスタ装置44を接続する第3パケット多重化装置である。

## 【0205】

図10に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2マスタ装置44を頂点とし、1台の第3パケット多重化装置45と必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置6を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第3パケット多重化装置45を複数台接続する。

## 【0206】

第2マスタ装置44は、その下位の全スレーブ装置7から一般パケット、すなわち、サンプリング情報を収集する。マスタ装置6は、前記小規模通信ネットワーク内のスレーブ装置7が送信するいくつかのサンプリング情報を選択して収集する。また、マスタ装置6は、全スレーブ装置7と時刻合わせを行う。なお、第2マスタ装置44は時刻合わせを行わない。これにより、通信ネットワーク内の全スレーブ装置7のサンプリング時刻が一致することになる。

## 【0207】

また、本実施の形態において、扱うパケット種別、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置6と各スレーブ装置7の送受信動作、およびパケット多重化装置8の動作は、実施の形態1から実施の形態6のいずれかに示す動作と同様である。

## 【0208】

図13に示すような通信ネットワーク構成は、たとえば、ある小規模通信ネットワーク内におけるスレーブ装置のサンプリング情報の大部分が、その上位の第2マスタ装置44でのみ有効な情報であるが、いくつかについては、全体を見渡すマスタ装置6で有効な情報であり、このような情報が各小規模通信ネットワーク毎にいくつか存在する場合に適用される。

## 【0209】

また、第3パケット多重化装置45は、上記を実現するために、スレーブ装置7が送信するサンプリング情報、すなわち一般パケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、マスタ装置6宛か、第2マスタ装置44宛か、またはその両者宛かを識別し、該当するポートへ中継する機能を持つ。

#### 【0210】

本実施の形態による通信ネットワークは、スレーブ装置からサンプリング情報を収集するマスタ装置を複数とした場合にも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることを目的とする。

#### 【0211】

図11は、本実施の形態にかかる第3パケット多重化装置45の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図11において、46は第2マスタ側ポートであり、47は第2マスタ側ポート46宛の中継に用いる2マスタ宛パケット多重バスであり、48は第2マスタ宛受信バッファ選択回路であり、49は第2マスタ側ポート46に設けた第2マスタ側マスタ宛一般パケット受信バッファであり、50は第2マスタ側ポート46に設けた第2マスタ側スレーブ宛一般パケット受信バッファであり、51はマスタ側ポート11に設けたマスタ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファであり、52は各スレーブ側ポート12毎に設けたスレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファである。

#### 【0212】

つぎに、本実施の形態にかかる第3パケット多重化装置45の動作を説明する。たとえば、各スレーブ側ポート12から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合、第3パケット多重化装置45内では、まず、伝送路終端回路13が、前記パケットの制御領域の識別ビットおよび宛先情報を参照する。

#### 【0213】

そして、参照結果がマスタ宛一般パケットの場合、前記スレーブ側ポート12に設けたマスタ宛一般パケット受信バッファ21にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が第2マスタ宛一般パケットの場合は、前記スレーブ側ポート12

に設けたスレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52にその一般パケットを一旦格納し、参照結果が特定パケットの場合は、全スレーブ側ポート12にまとめて一つ設けたマスタ宛特定パケット受信バッファ22にその特定パケットを一旦格納する。なお、マスタ側ポート11または第2マスタ側ポート46から一般パケットまたは特定パケットを受信した場合も、上記と同様に各受信ポート毎に設けた各受信バッファに一旦格納する。

【0214】

また、マスタ側ポート11から送信する場合、マスタ宛一般パケット受信バッファ21、マスタ宛特定パケット受信バッファ22、第2マスタ側マスタ宛一般パケット受信バッファ49のそれぞれは、マスタ宛受信バッファ選択回路25の許可を得た後、パケット多重バス24を経由してマスタ側ポート11から送信する。なお、マスタ宛受信バッファ選択回路25の動作は、実施の形態1から実施の形態6のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、マスタ宛特定パケット受信バッファ22の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止するとともに、他の受信バッファの新たな出力を禁止し、一定時間経過後、マスタ宛特定パケット受信バッファ22の出力を許可するものである。

【0215】

また、全スレーブ側ポート12から同報する場合、スレーブ宛一般パケット受信バッファ33、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34、第2マスタ側スレーブ宛一般パケット受信バッファ50のそれぞれは、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の許可を得た後、パケット同報バス23を経由して全スレーブ側ポート12に同報する。なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の動作は、実施の形態1から実施の形態6のいずれかに示す受信バッファ選択回路と同様であり、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、他の受信バッファの新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可するものである。

【0216】

また、第2マスタ側ポート46から送信する場合、マスタ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ51、スレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ

52のそれぞれは、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48の許可を得た後、第2マスタ宛パケット多重バス47を経由して第2マスタ側ポート46から送信する。なお、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48は、一般パケットが格納されている受信バッファのうち一つを巡回順に選択し、出力を許可する。

## 【0217】

以上の動作により、本実施の形態によれば、第3パケット多重化装置45が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際の中継時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、両方向共、1パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対し、マスタ装置6とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。従って、本実施の形態では、スレーブ装置7からサンプリング情報を収集する第2マスタ装置44を複数台配置した場合でも、マスタ装置6と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻の精度を向上することが可能である。

## 【0218】

なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の1パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

## 【0219】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0220】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0221】

また、上記の説明では、管理パケットを扱っていないが、第3パケット多重化装置の内部に実施の形態5と同様な管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施の形態5と同様な効果が得られる。

#### 【0222】

また、上記の説明では、第3パケット多重化装置の内部に特定パケット送受信回路を設けていないが、実施形態6と同様なマスタ側特定パケット送受信回路とスレーブ側特定パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態6と同様な効果が得られる。

#### 【0223】

実施の形態8.

図12は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1、2、3、4、5、6、および7にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図12において、53は一般パケットのみ交換するパケット交換装置であり、54は特定パケットのみ送受信する第3マスタ装置であり、55はパケット交換装置に接続される第4パケット多重化装置である。

#### 【0224】

図12に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークでは、まず、第2マスタ装置44を頂点とし、1台の第3パケット多重化装置45と必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、複数台のスレーブ装置7をツリー状に接続した小規模通信ネットワークを構成する。さらに、マスタ装置54を頂点とし、1台または複数台の第4パケット多重化装置55、および必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、前記小規模通信ネットワークの第3パケット多重化装置45を複数台接続する。また、これと並列にパケット交換装置53を頂点とし、必要に応じて1台または複数台のパケット多重化装置8を介して、前記第4パケット多重化装置55を複数台接続する。

#### 【0225】

第2マスタ装置44は、自小規模通信ネットワーク内の全スレーブ装置7より一般パケット、すなわち、サンプリング情報を収集する。また、自小規模通信ネ

ットワーク外のいくつかのスレーブ装置 7 からサンプリング情報を選択して収集する。また、パケット交換装置 53 と第 3 パケット多重化装置 45 は、パケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、宛先に該当するポートへ中継する機能を持つ。また、マスタ装置 54 は、全スレーブ装置 7 と時刻合わせを行う。なお、第 2 マスタ装置 44 は時刻合わせを行わない。これにより、通信ネットワーク内の全スレーブ装置 7 のサンプリング時刻が一致する。

## 【0226】

また、本実施形態 8 において、扱うパケット種別、マスタ装置 54 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻合わせの流れ、マスタ装置 54、第 2 マスタ装置 44、各スレーブ装置 7 の送受信動作、およびパケット多重化装置 8、第 3 パケット多重化装置 45 の動作は、実施形態 7 に示す動作と同様である。

## 【0227】

図 12 に示すような通信ネットワーク構成は、たとえば、ある小規模通信ネットワーク内におけるスレーブ装置のサンプリング情報の大部分が、その上位の第 2 マスタ装置 44 でのみ有効な情報であるが、いくつかについては、前記小規模通信ネットワーク外の第 2 マスタ装置 44 で有効な情報である場合に適用される。

## 【0228】

また、第 4 パケット多重化装置 55 は、上記を実現するために、スレーブ装置 7 から受信されるパケットを一般パケットと特定パケットに分類し、一般パケットをパケット交換装置 53 宛へ中継し、特定パケットをマスタ装置 54 宛へ中継する機能、およびその逆方向の中継機能を持つ。

## 【0229】

本実施の形態による通信ネットワークは、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることを目的とする。

## 【0230】

図13は、本実施の形態にかかる第4パケット多重化装置55の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図13において、56は交換装置側ポートであり、57は各スレーブ側ポート12毎に設けた交換装置宛一般パケット受信バッファであり、58は交換装置側ポート56に設けたスレーブ宛一般パケット受信バッファであり、59は交換装置宛受信バッファ選択回路であり、60はマスタ宛受信バッファ制御回路である。

## 【0231】

ここで、本実施の形態にかかる第4パケット多重化装置55の動作を説明する。たとえば、各ポートから一般パケットまたは特定パケットを受信した場合の伝送路終端回路13および各受信バッファの動作は、実施形態7に示す動作と同様である。

## 【0232】

また、マスタ側ポート11から送信する場合、マスタ宛特定パケット受信バッファ22は、マスタ宛受信バッファ制御回路60の許可を得た後、マスタ側ポート11から送信する。なお、マスタ宛受信バッファ制御回路60は、マスタ宛特定パケット受信バッファ22の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止し、一定時間経過後、許可する。

## 【0233】

また、全スレーブ側ポート12から同報する場合、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34、スレーブ宛一般パケット受信バッファ58のそれぞれは、スレーブ宛受信バッファ選択回路35の許可を得た後、パケット同報バス23を経由して全スレーブ側ポート12に同報する。なお、スレーブ宛受信バッファ選択回路35は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、スレーブ宛一般パケット受信バッファ58の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可する。

## 【0234】



また、交換装置側ポート 56 から送信する場合、各交換装置宛一般パケット受信バッファ 57 は、交換装置宛受信バッファ選択回路 59 の許可を得た後、パケット多重バス 24 を経由して交換装置側ポート 56 から送信する。なお、交換装置宛受信バッファ選択回路 59 は、一般パケットが格納されている交換装置宛一般パケット受信バッファ 57 のうち、一つを巡回順に選択し、出力を許可する。

## 【0235】

以上の動作により、本実施の形態によれば、第 4 パケット多重化装置 55 が特定パケットをマスタ側ポート 11 とスレーブ側ポート 12 間で中継する際の中継時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、両方向共、1 パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置 54 とスレーブ装置 7 間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。

## 【0236】

従って、本実施の形態では、第 2 マスタ装置 44 と複数のスレーブ装置 7 で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各第 2 マスタ装置 44 が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置 7 および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置 7 からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置 54 と各スレーブ装置 7 間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。

## 【0237】

なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の 1 パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

## 【0238】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であるが、マスタ装置と最上段のパケット多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0239】

また、上記の説明では、一般パケットと特定パケットを区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類のパケットに格納し、そのパケット内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0240】

また、上記の説明では、管理パケットを扱っていないが、第4パケット多重化装置の内部に実施形態5と同様な管理パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態5と同様な効果が得られる。

## 【0241】

また、上記の説明では、第4パケット多重化装置の内部に特定パケット送受信回路を設けていないが、実施形態6と同様なマスタ側特定パケット送受信回路とスレーブ側特定パケット送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態6と同様な効果が得られる。

## 【0242】

また、上記の説明では、第4パケット多重化装置に第2マスタ側ポートを設けていないが、実施形態7と同様な第2マスタ宛受信バッファ選択回路等を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態7と同様な効果が得られる。

## 【0243】

実施の形態9.

図14は、本実施の形態にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。なお、実施の形態1～8にて先に説明した構成と同一の部分については、簡単のため説明を省略する。図14に示すように、本実施の形態にかかる通信ネットワークは、図12に示す実施の形態8のパケット交換装置53と、第3マスタ装置54に接続されたパケット多重化装置8を、図14の1台のパケット交換装置61に集約した構成である。

## 【0244】

本実施の形態で扱うパケット種別やパケット交換装置53を除く各装置の動作は、実施形態8と同様である。本実施の形態にかかるパケット交換装置53は、実施形態8の図12のパケット交換装置53と、第3マスタ装置54に接続され

たパケット多重化装置 8 の両者の機能を合わせ持つ。

#### 【0245】

本実施の形態にかかる通信ネットワークは、実施形態 8 と同様に、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることを目的とする。

#### 【0246】

図 15 は、本実施の形態にかかるパケット交換装置 53 の内部構成を示す図である。なお、先に説明した構成と同一の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。図 15 において、62 はパケット交換回路である。

#### 【0247】

ここで、本実施の形態にかかるパケット交換装置 53 の動作を説明する。たとえば、各ポートから一般パケットまたは特定パケットを受信した場合の伝送路終端回路 13 および各受信バッファの動作は、実施形態 8 に示す動作と同様である。また、マスタ側ポート 11 から送信する場合も、実施形態 8 に示す第 4 パケット多重化装置 55 の動作と同様である。

#### 【0248】

また、各スレーブ側ポート 12 から送信する場合、各第 2 マスタ宛一般パケット受信バッファ 52 およびスレーブ宛特定パケット受信バッファ 34 は、第 2 マスタ宛受信バッファ選択回路 48 の許可を得た後、パケット交換回路 62 を経由し、送信するパケットが一般パケットの場合は、宛先に該当するスレーブ側ポート 12 から送信し、送信するパケットが特定パケットの場合は、全スレーブ側ポート 12 から同報する。

#### 【0249】

また、パケット交換回路 62 は、各第 2 マスタ宛一般パケット受信バッファ 52 の先頭の一般パケットの制御領域に記された宛先情報を参照し、宛先に該当するスレーブ側ポート 12 に中継し、またスレーブ宛特定パケット受信バッファ 3

4の特定パケットの制御領域に記された識別情報を参照し、全スレーブ側ポート12に中継する。

【0250】

また、第2マスタ宛受信バッファ選択回路48は、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を1パケットの送信に要する一定時間禁止すると共に、第2マスタ宛一般パケット受信バッファ52の新たな出力を禁止し、一定時間経過後、スレーブ宛特定パケット受信バッファ34の出力を許可する。

【0251】

以上の動作により、本実施の形態によれば、パケット交換装置53が特定パケットをマスタ側ポート11とスレーブ側ポート12間で中継する際の中継時間は、一般パケットの中継状況に関わらず、両方向共、1パケットの送信に要する一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間ゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置54とスレーブ装置7間の両方向の伝送遅延時間は高い精度で一致する。

【0252】

従って、本実施の形態では、実施形態8と同様に、各第2マスタ装置44が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置7および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置7からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置54と各スレーブ装置7間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる。また、本実施の形態による通信ネットワークでは、実施形態8による通信ネットワークと比較し、装置の台数、伝送路の本数を削減することが可能である。

【0253】

なお、上記の説明では、一般パケット、特定パケットのパケット長を固定としたが、たとえば、可変長とした場合についても、送信選択回路の制御で、特定パケットの送信を禁止する一定時間を、予め定めた最大パケット長の1パケットの送信時間で規定される時間とすることにより、上記と同様の効果が得られる。

【0254】

また、上記の説明では、マスタ装置とパケット多重化装置が異なった装置であ

るが、マスタ装置と最上段の packets 多重化装置を共通化し、一つの装置としても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0255】

また、上記の説明では、一般 packets と特定 packets を区別していたが、サンプリング情報とサンプリング時刻合わせ情報の両者を、1種類の packets に格納し、その packets 内のサンプリング時刻合わせ情報が有効か無効かを識別するビットを設けても、上記と同様の効果が得られる。

## 【0256】

また、上記の説明では、管理 packets を扱っていないが、packets 交換装置の内部に実施形態 5 と同様な管理 packets 送受信回路を設けることにより、上記効果と合わせて実施形態 5 と同様な効果が得られる。

## 【0257】

## 【発明の効果】

以上、説明したとおり、この発明によれば、マスタ装置が、多重化装置を介して、前記各スレーブ装置をポーリングし、その後、ポーリングを受けた順に、スレーブ装置が、該マスタ装置に起動用特定情報を送信し、該マスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、前記特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0258】

つぎの発明によれば、調整されたサンプリング時刻毎に一般情報が送信可能となり、装置間のデータ通信が可能となる、という効果を奏する。

## 【0259】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0260】

つぎの発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎはない。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0261】

つぎの発明によれば、送信選択手段が、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、マスタ装置とスレーブ装置が、自サンプリング時刻から特定情報を送信するまでの送信処理時間のゆらぎをなくすように、制御することができる、という効果を奏する。

## 【0262】

つぎの発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、処置遅延時間のゆらぎはない。また、この処理遅延時間は、マスタ装置およびスレーブ装置で同一である。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を、さらに向上させることができる、という効果を奏する。

## 【0263】

つぎの発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、一定時間の経過後、スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力する。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0264】

つぎの発明によれば、マスタ側ポートから特定情報を受信していない場合は、スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、マスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ、特定情報の出力を禁止し、さらに、一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができるとともに、さらに、一般情報に対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することができる、という効果を奏する。

## 【0265】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、本通信ネットワークにおいては、パケット多重化装置が管理情報を送受信する場合でも、特定情報に対して、スレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0266】

つぎの発明によれば、各第2多重化装置が、特定情報を中継せず、上位のマスタ装置に対してはスレーブ装置として振る舞い、下位の各スレーブ装置に対してはマスタ装置として振る舞うことにより、前記上位および下位に対する2段階で、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置が増加した場合でも、各スレーブ装置のサンプリング時刻精度を容易に向上させることができる、という効果を奏する。

## 【0267】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0268】

つぎの発明によれば、マスタ側特定情報送受信手段またはスレーブ側特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートまたはスレーブ側ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置と第2多重化装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎ、および第2多重化装置とスレーブ装置間の両方向の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎもない。これにより、本通信ネットワークにおいては、特定情報に対して、マスタ装置と第2多重化装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができ、かつ第2多重化装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間も高い精度で一致させることができ、さらに、スレーブ装置の台数が増加しても各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる、という効果を奏する。

## 【0269】

つぎの発明によれば、マスタ装置が、多重化装置および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置からサンプリング情報を収集するマスタ装置を複数とした場合でも、特定情報に対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0270】



つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段、および第2マスタ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0271】

つぎの発明によれば、第3多重化装置にて特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定パケットに対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、本通信ネットワークにおいては、スレーブ装置からサンプリング情報を収集する第2マスタ装置を複数台配置した場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる、という効果を奏する。

## 【0272】

つぎの発明によれば、第3マスタ装置が、多重化装置、第4多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0273】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、スレーブ宛情報選択手段、および交換装置宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各

装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0274】

つぎの発明によれば、第4多重化装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、本通信ネットワークにおいては、第2マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各第2マスタ装置が、自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる、という効果を奏する。

## 【0275】

つぎの発明によれば、第3マスタ装置が、交換装置、多重化装置、および第3多重化装置を介して、各スレーブ装置を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置が、起動用特定情報を送信し、起動用特定情報に応じてマスタ装置から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。これにより、本通信ネットワークにおいては、マスタ装置と複数のスレーブ装置で構成される小規模通信ネットワークを複数設け、各マスタ装置が自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、特定パケットに対して、時刻合わせを行うマスタ装置と各スレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を、より高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0276】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力

を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0277】

つぎの発明によれば、交換装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎはない。また、特定情報に対して、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間は、高い精度で一致する。これにより、各第2マスタ装置が、自小規模ネットワーク内のスレーブ装置および自小規模ネットワーク外のスレーブ装置からサンプリング情報を収集する場合でも、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる、という効果を奏する。

【0278】

つぎの発明によれば、一般情報と特定情報を可変長とした場合でも、マスタ宛情報選択回路の動作で、特定情報の出力を禁止する一定時間を、予め定めた最大情報長の送信時間で規定される時間とすることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させることができる、という効果を奏する。

【0279】

つぎの発明によれば、送信選択手段は、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のスレーブ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる、という効果を奏する。

【0280】

つぎの発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、外部のスレーブ装置との処置遅延時間のゆらぎをなくすこ

とができる、という効果を奏する。

【0281】

つぎの発明によれば、送信選択手段は、一般情報送受信手段と特定情報送受信手段のいずれか一方を選択し、その出力を許可するため、外部のマスタ装置との送信処理時間のゆらぎをなくすように、該特定情報の出力を制御することができる、という効果を奏する。

【0282】

つぎの発明によれば、特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭が送受信ポートより出力されるまでの処置遅延時間は、一般情報の送信状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、外部のマスタ装置との処置遅延時間のゆらぎをなくすことができる、という効果を奏する。

【0283】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段の制御により、各マスタ宛一般情報受信手段とマスタ宛特定情報受信手段の中から一つを選択し、前記マスタ装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置からマスタ装置への待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすことができる、という効果を奏する。

【0284】

つぎの発明によれば、特定情報の先頭が多重化装置のスレーブ側ポートに到着してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートより出力されるまでの中継遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となり、待ち合わせによる中継遅延時間のゆらぎをなくすことができる、という効果を奏する。

【0285】

つぎの発明によれば、マスタ側ポートから一般情報または特定情報を受信した場合は、該一般情報または特定情報を、スレーブ宛情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ蓄積しておき、一定時間の経過後、スレーブ宛情報受信手段から蓄積された情報を出力する。これにより、特定

情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0286】

つぎの発明によれば、マスタ側ポートから特定情報を受信していない場合は、スレーブ宛一般情報受信手段の出力を許可し、マスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、スレーブ宛特定情報受信手段に入力し始めてから、特定の送信時間で規定される一定時間だけ、特定情報の出力を禁止し、さらに、一定時間の間、スレーブ宛一般情報受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、特定情報に対して、外部のマスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることができるとともに、さらに、一般情報に対して、マスタ装置からスレーブ装置への伝送遅延時間を短縮することができる、という効果を奏する。

## 【0287】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段がスレーブ側ポートのいずれかから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、マスタ宛特定情報受信手段の出力を許可し、スレーブ宛情報選択手段がマスタ側ポートから特定情報を受信している場合は、一定時間の間、管理情報送受信手段からの新たな出力を禁止し、一定時間の経過後、スレーブ宛特定情報受信手段の出力を許可する。これにより、パケット多重化装置が管理情報を送受信する場合でも、特定情報に対して、外部のスレーブ装置とマスタ装置間の両方向の伝送遅延時間を、高い精度で一致させることができる、という効果を奏する。

## 【0288】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0289】

つぎの発明によれば、マスタ側特定情報送受信手段またはスレーブ側特定情報送受信手段が送信を要求してから、特定情報の先頭がマスタ側ポートまたはスレーブ側ポートより出力されるまでの処理遅延時間は、一般情報の中継状況に関わらず、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0290】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報選択手段、スレーブ宛情報選択手段、および第2マスタ宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0291】

つぎの発明によれば、第3多重化装置にて特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0292】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、スレーブ宛情報選択手段、および交換装置宛情報選択手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

## 【0293】

つぎの発明によれば、第4多重化装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処理遅延時間のゆらぎをなくすることがで

きる、という効果を奏する。

【0294】

つぎの発明によれば、マスタ宛情報制御手段、第2マスタ宛情報選択手段、および交換手段の制御により、一般情報および特定情報を選択し、各装置への出力を所定の方法で許可する。これにより、ある一定のタイミングで特定情報を出力可能となり、スレーブ装置、マスタ装置間相互の待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【0295】

つぎの発明によれば、交換装置が特定情報を中継する際の、マスタ側ポートとスレーブ側ポート間での中継時間は、一般情報の中継状況に関わらず、両方向共、ある一定時間とその他一定の処理遅延時間（伝送路終端回路の通過時間等）の和となるため、待ち合わせによる処置遅延時間のゆらぎをなくすることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明にかかる通信ネットワークの概略構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1にかかるパケット多重化装置8の内部構成を示す図である。

【図3】 スレーブ装置7からマスタ装置6への特定パケットの流れを示すタイミングチャートの例である。

【図4】 実施の形態2にかかるマスタ装置およびスレーブ装置の内部構成の、パケット送受信に関わる部分を示す図である。

【図5】 実施の形態3にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図6】 実施の形態4にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図7】 実施の形態5にかかるパケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図8】 実施の形態6にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図9】 実施の形態6にかかる第2パケット多重化装置の内部構成を示す

図である。

【図 10】 実施の形態 7 にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図 11】 実施の形態 7 にかかる第 3 パケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図 12】 実施の形態 8 にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図 13】 実施の形態 8 にかかる第 4 パケット多重化装置の内部構成を示す図である。

【図 14】 実施の形態 9 にかかる通信ネットワークの構成を示す図である。

【図 15】 実施の形態 9 にかかるパケット交換装置の内部構成を示す図である。

【図 16】 従来における通信ネットワークにかかる概略構成を示す図である。

【図 17】 従来における通信ネットワークのマスタ装置とスレーブ装置間で送受信する情報の流れを示すタイミングチャートの例である。

【図 18】 従来におけるパケット多重化装置にかかる内部構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

6 マスタ装置、7 スレーブ装置、8 パケット多重化装置、11 マスタ側ポート、12 スレーブ側ポート、13 伝送路終端回路、21 マスタ宛一般パケット受信バッファ、22 マスタ宛特定パケット受信バッファ、23 パケット同報バス、24 パケット多重バス、25 マスタ宛受信バッファ選択回路、26 送受信ポート、27 伝送路終端回路、28 一般パケット送受信回路、29 特定パケット送受信回路、30 送信選択回路、31 スレーブ宛パケット受信バッファ、32 スレーブ宛受信バッファ制御回路、33 スレーブ宛一般パケット受信バッファ、34 スレーブ宛特定パケット受信バッファ、35 スレーブ宛受信バッファ選択回路、36 管理パケット送受信回路、41

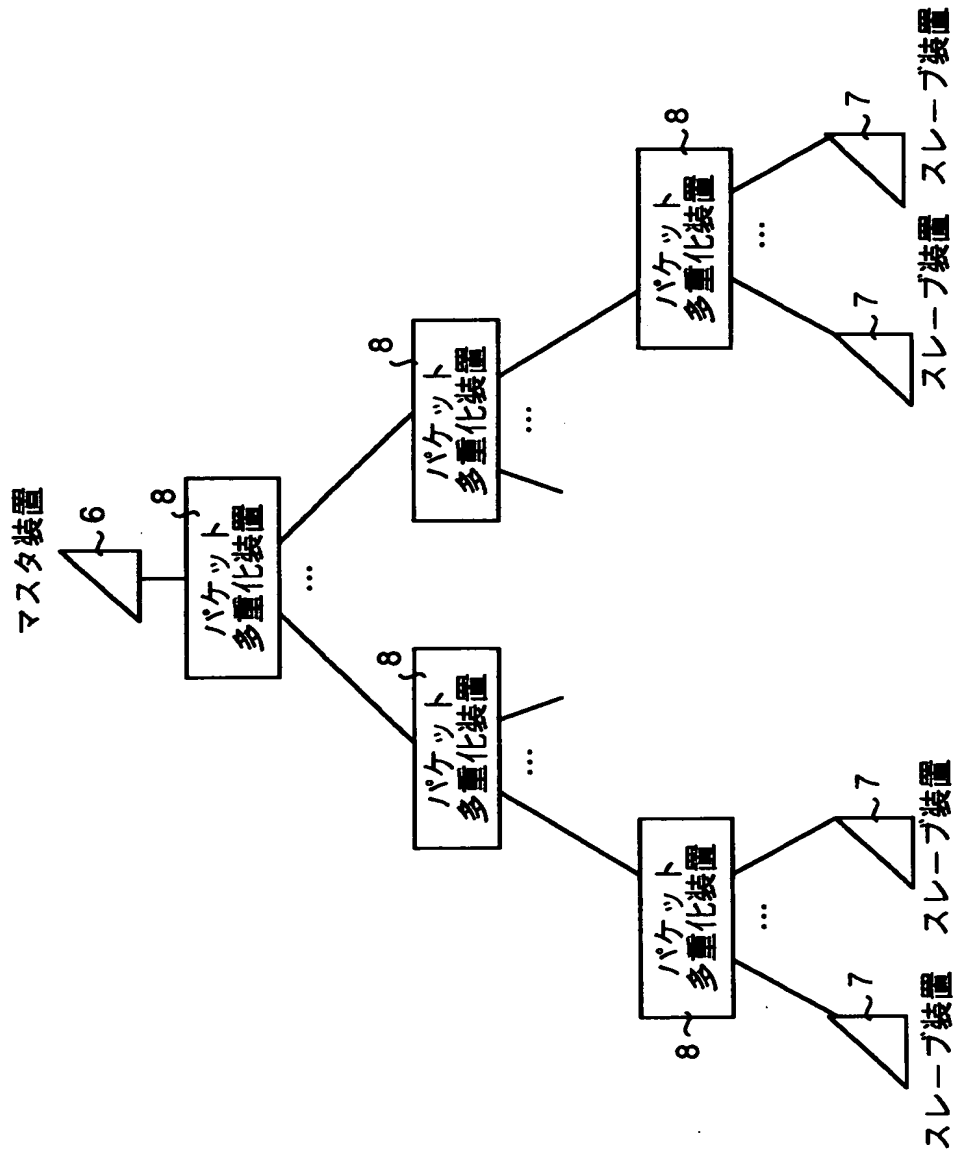


第2パケット多重化装置、42 スレーブ側特定パケット送受信回路、43 マスタ側特定パケット送受信回路、44 第2マスタ装置、45 第3パケット多重化装置、46 第2マスタ側ポート、47 第2マスタ宛パケット多重バス、48 第2マスタ宛受信バッファ選択回路、49 第2マスタ側マスタ宛一般パケット受信バッファ、50 第2マスタ側スレーブ宛一般パケット受信バッファ、51 マスタ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ、52 スレーブ側第2マスタ宛一般パケット受信バッファ、53 パケット交換装置、54 第3マスタ装置、55 第4パケット多重化装置、56 交換装置側ポート、57 交換装置宛一般パケット受信バッファ、58 スレーブ宛一般パケット受信バッファ、59 交換装置宛受信バッファ選択回路、60 マスタ宛受信バッファ制御回路、61 パケット交換装置、62 パケット交換回路。

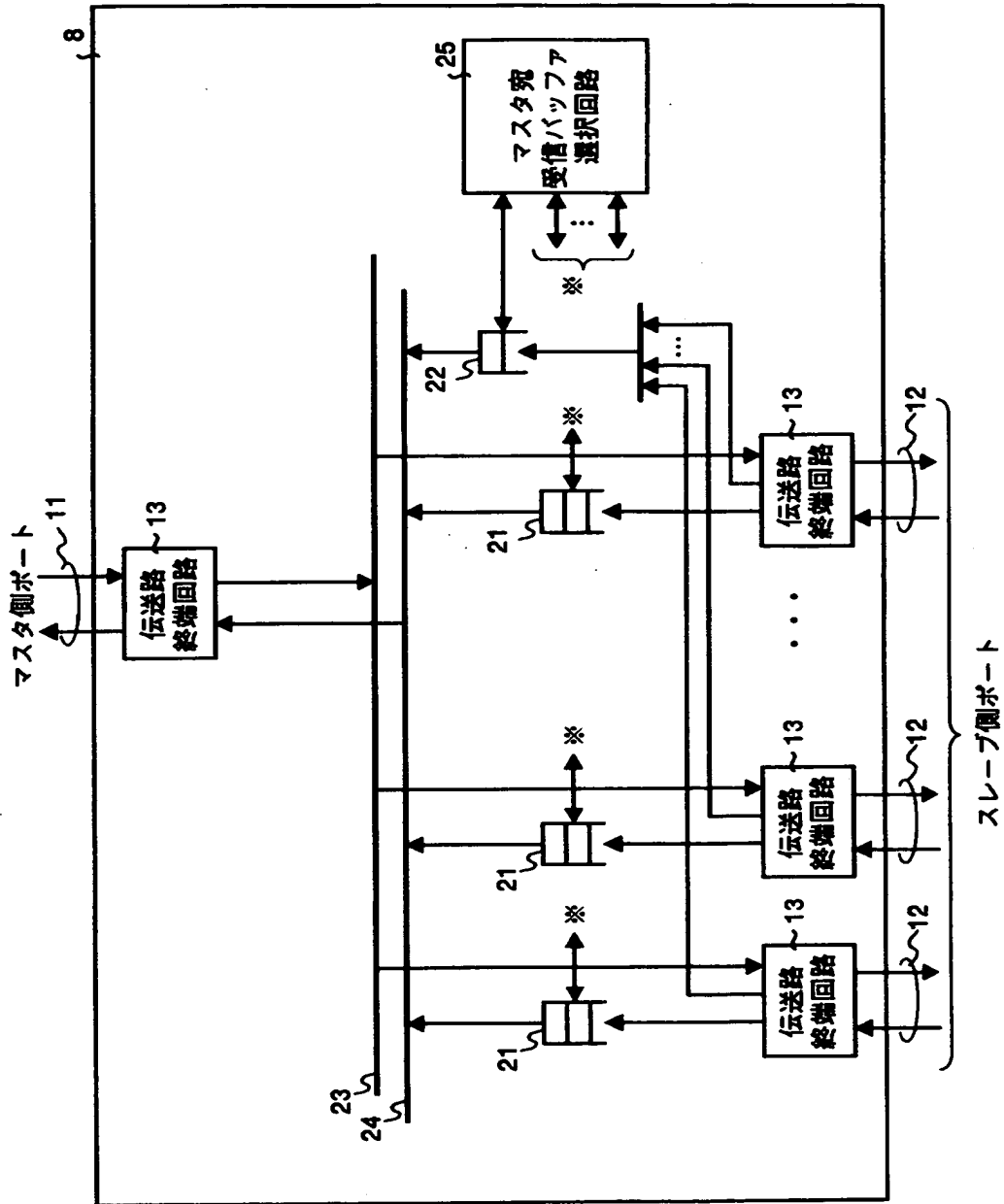
【書類名】

図面

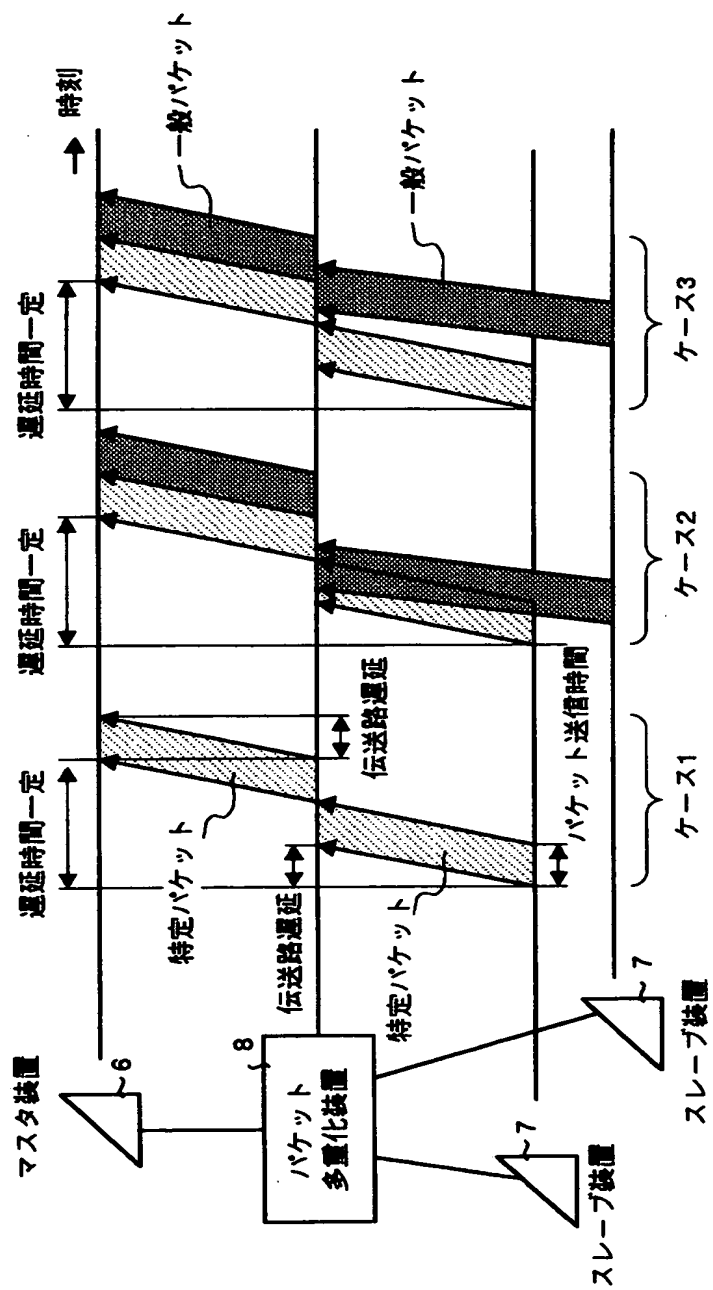
【図 1】



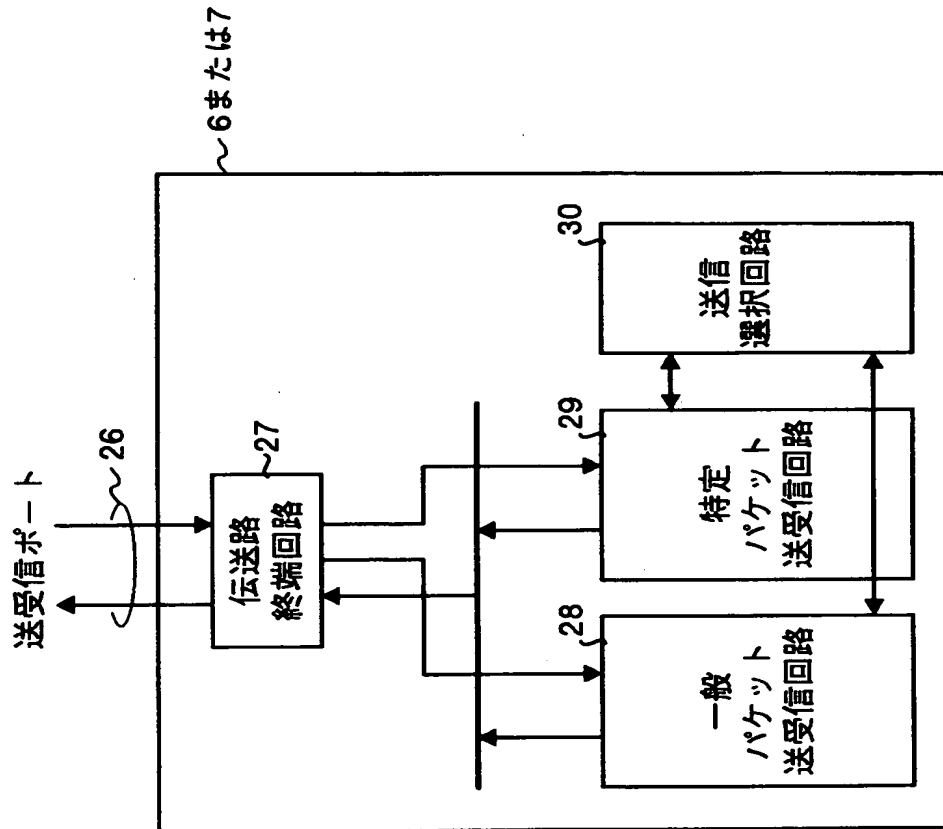
【図 2】



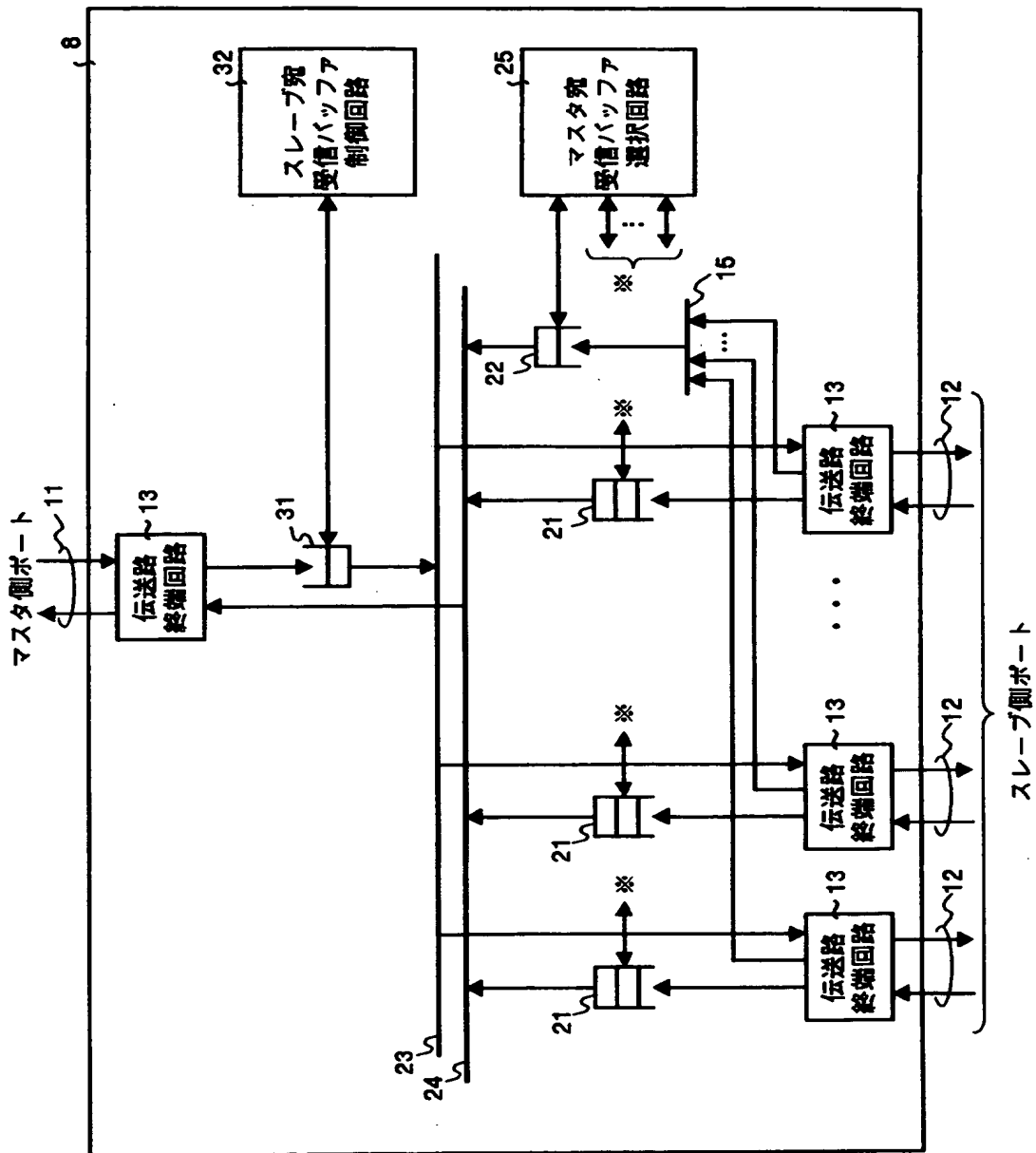
【図 3】



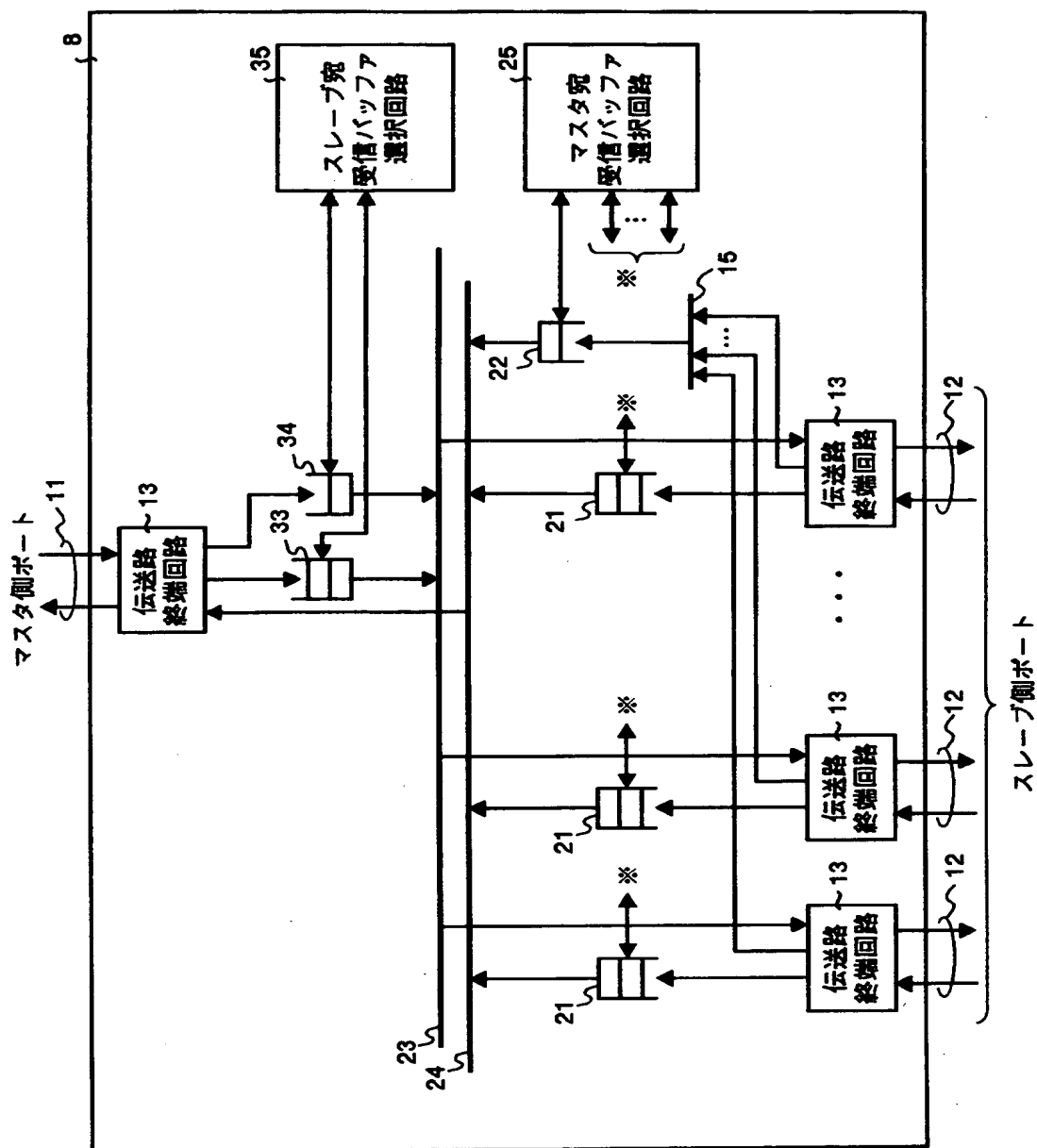
【図 4】



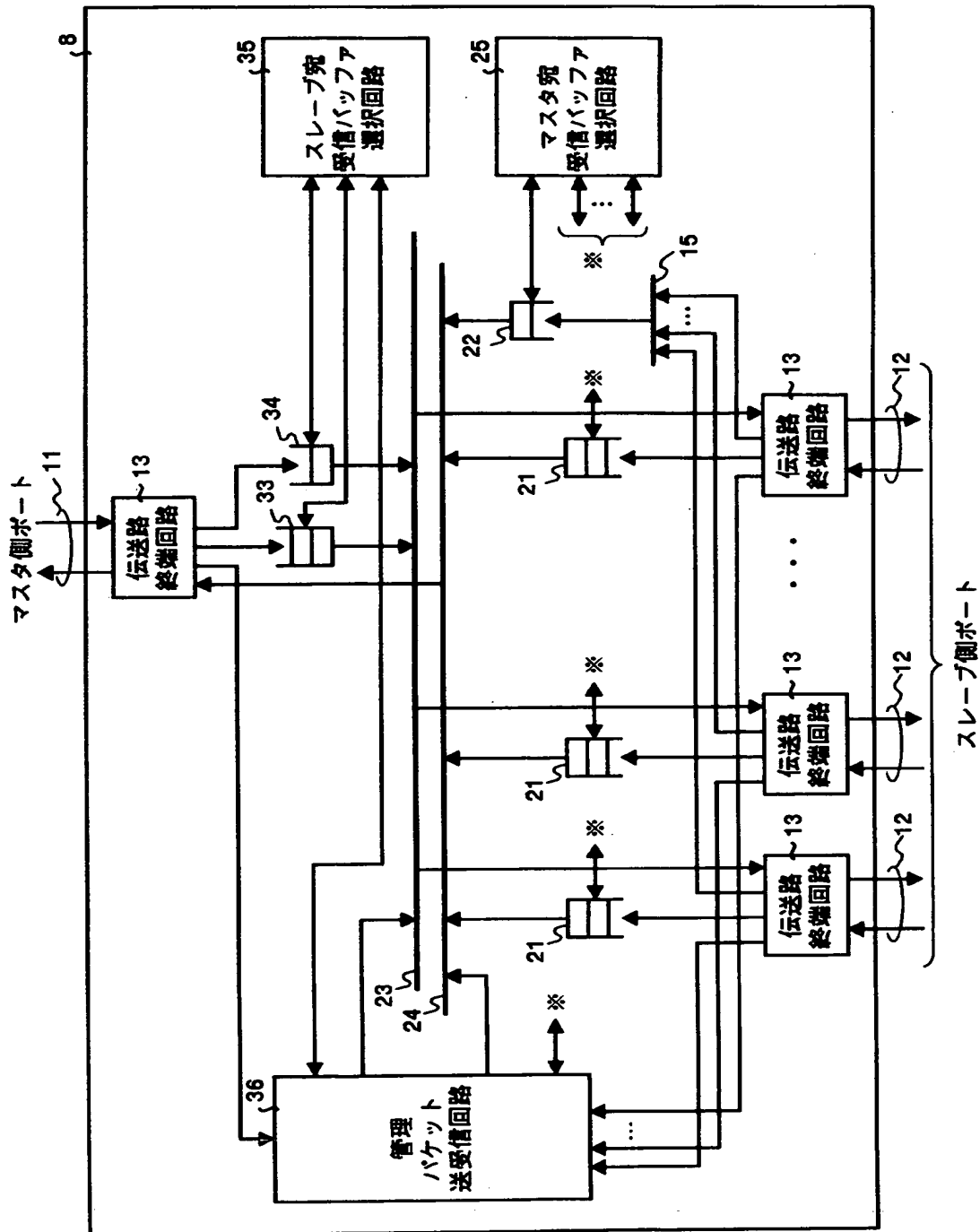
【図 5】



【図 6】

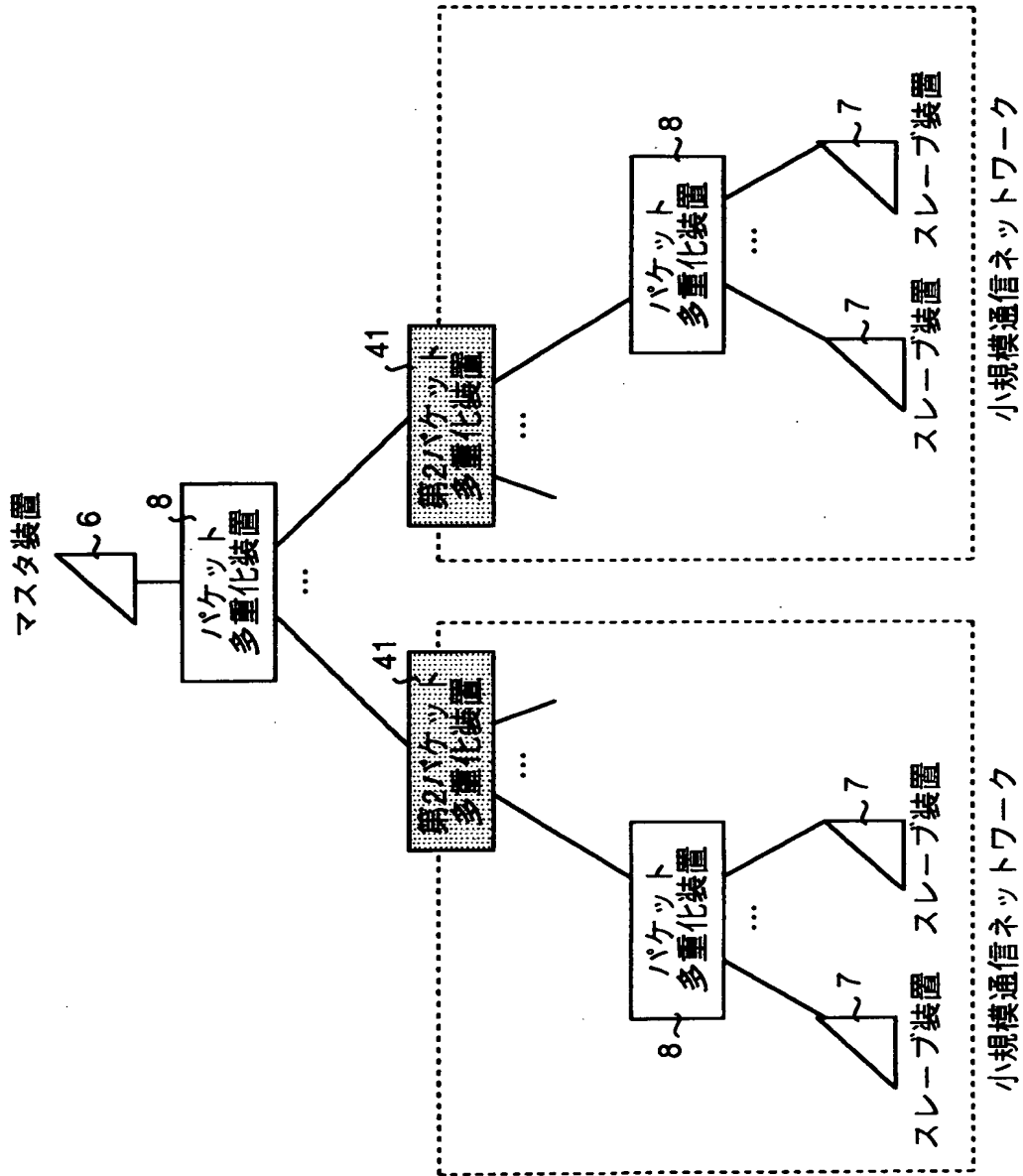


【図 7】

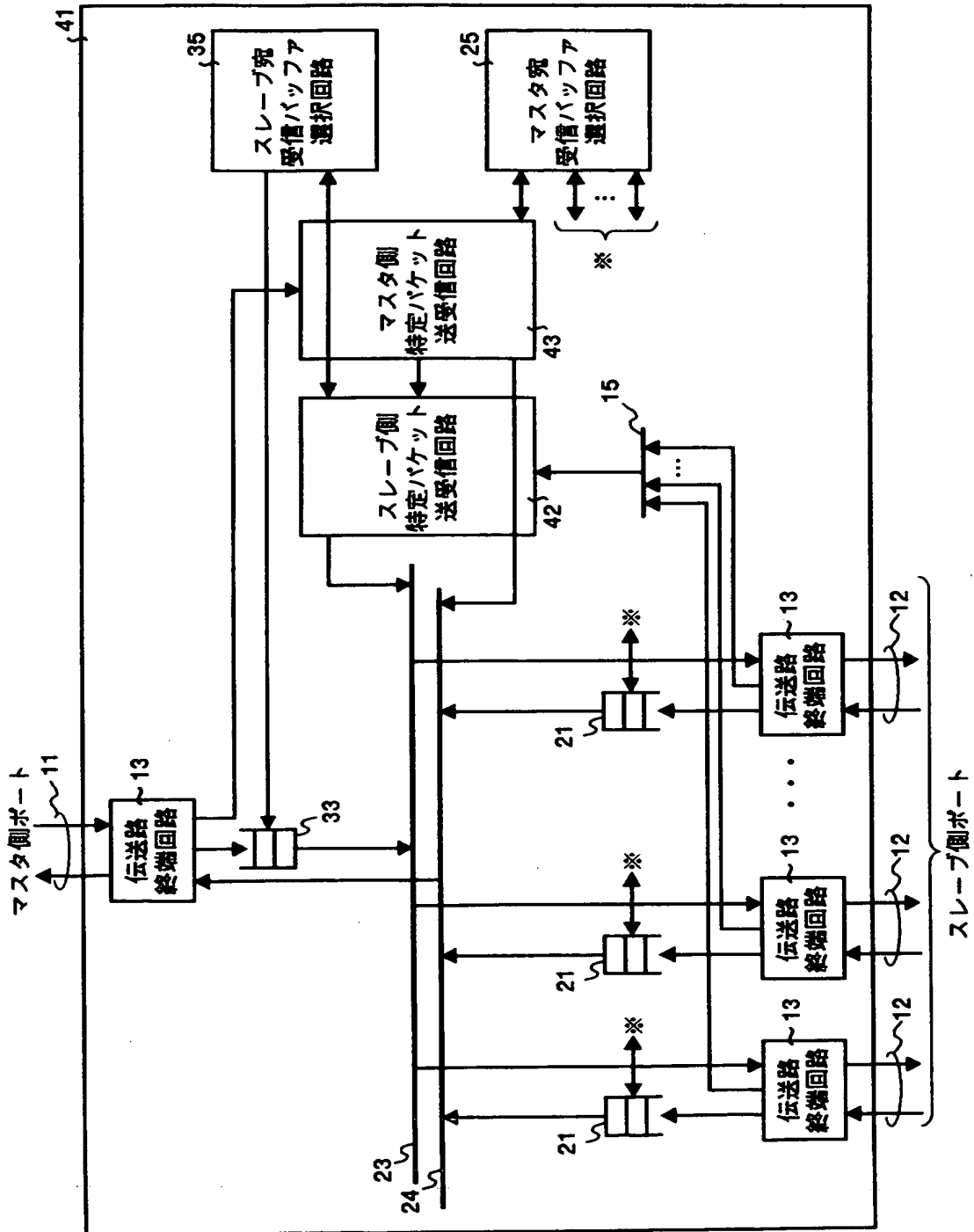




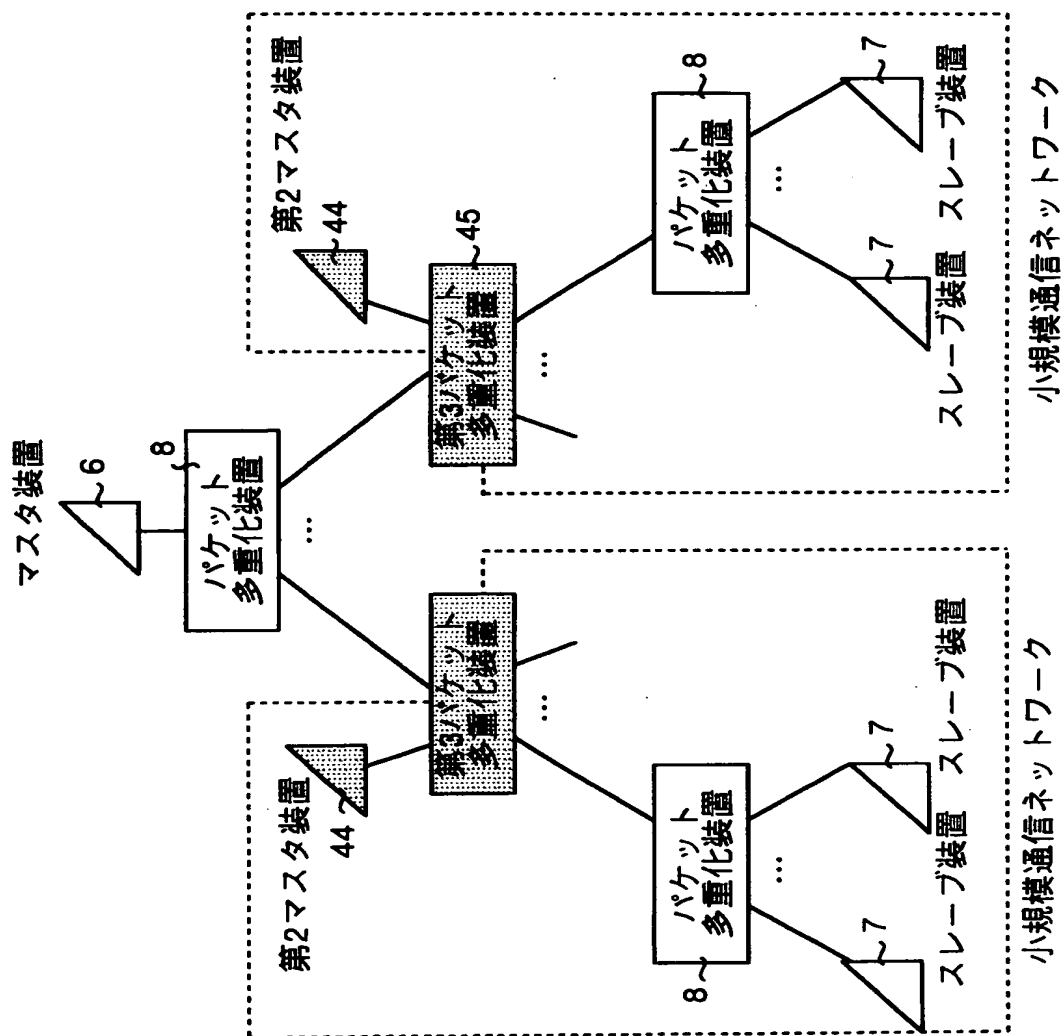
【図 8】



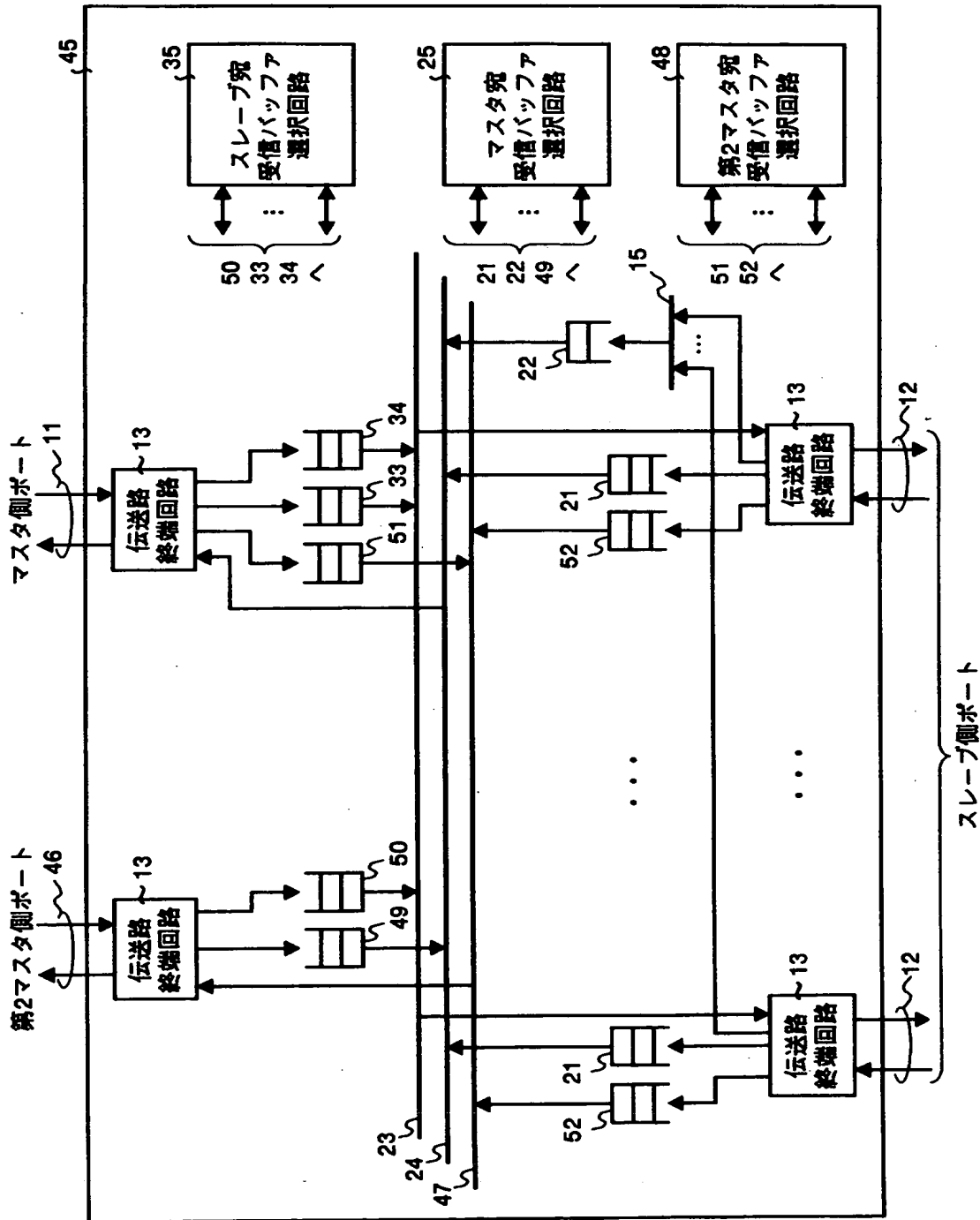
【図 9】



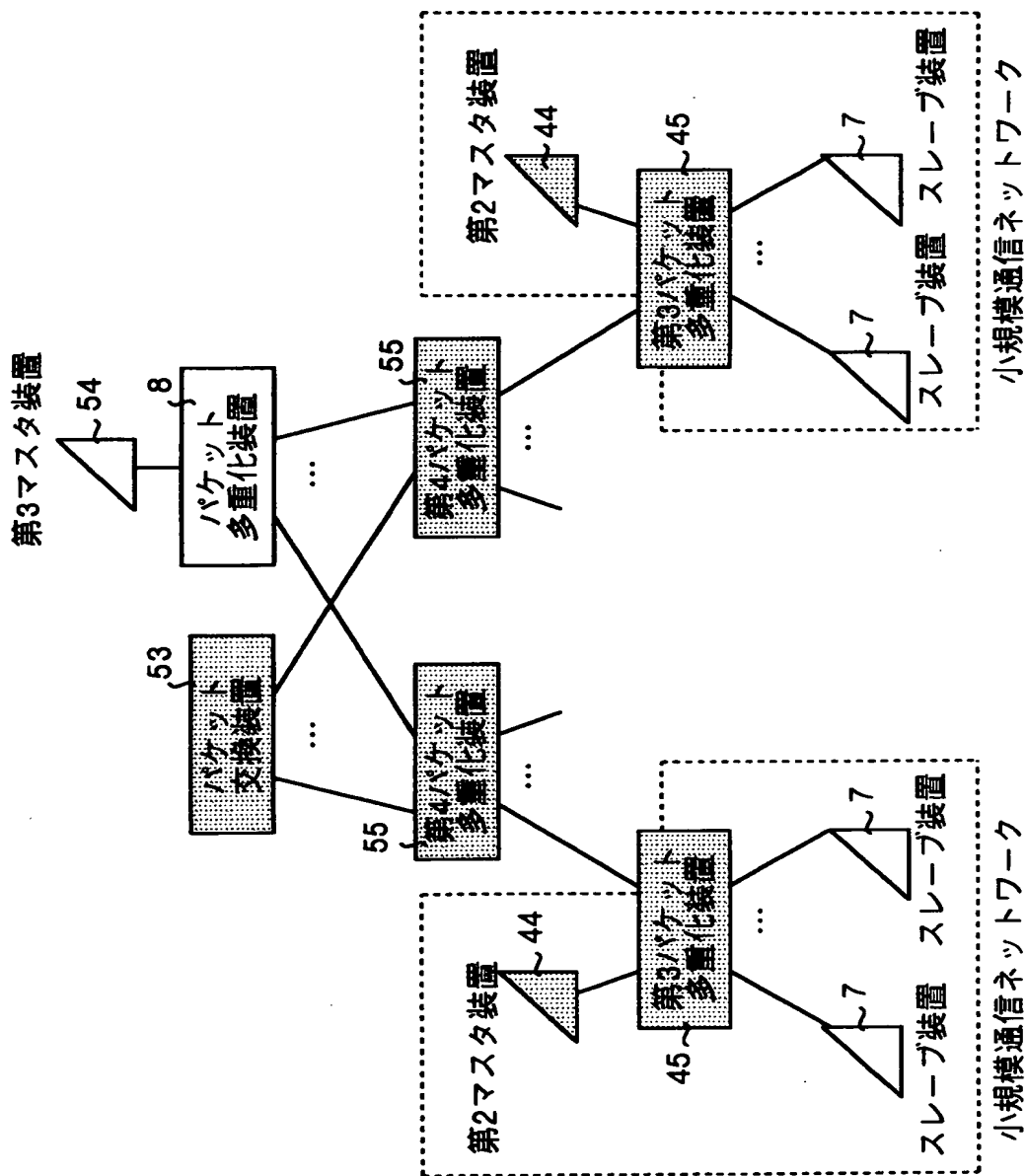
【图 10】



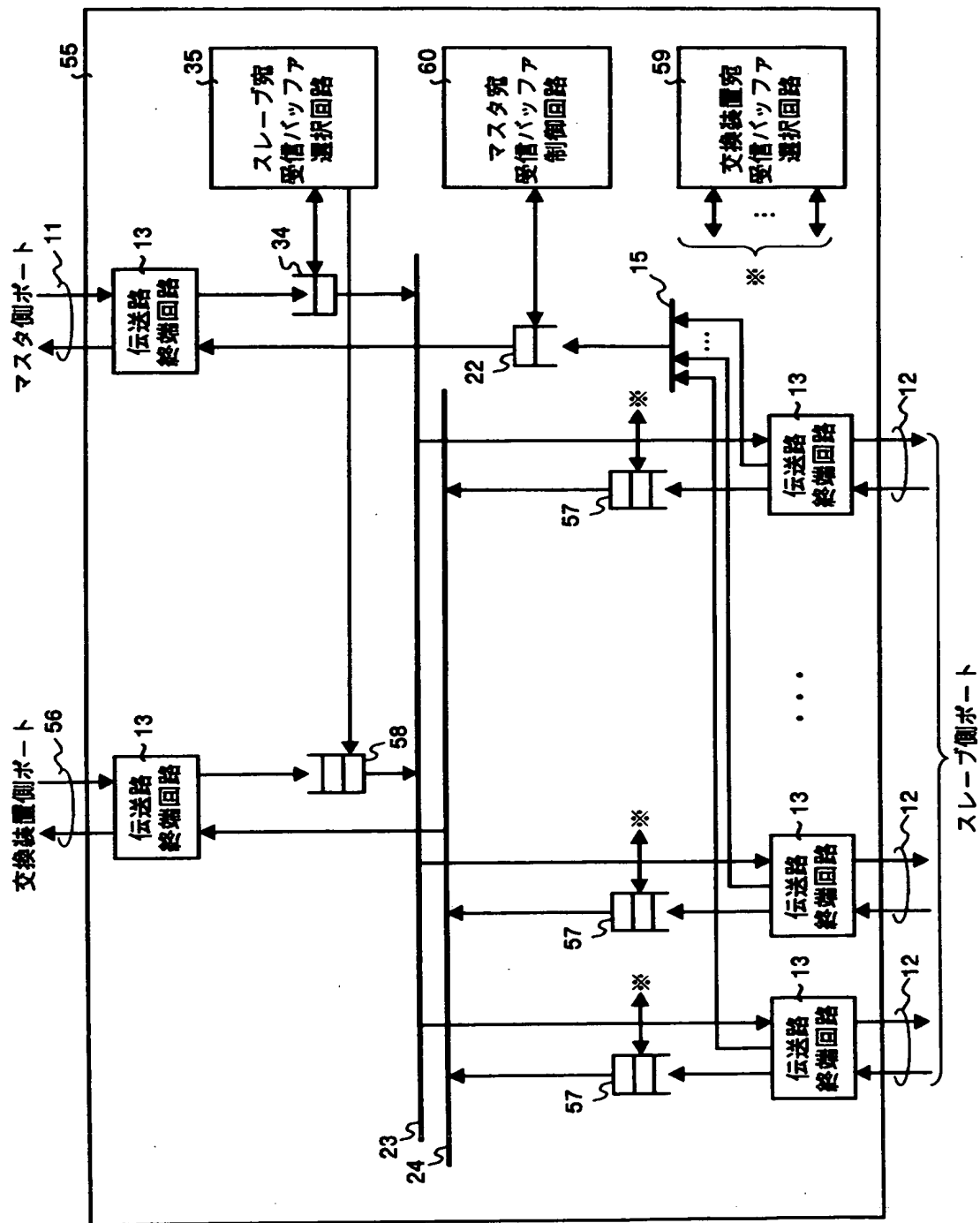
【図 1 1】



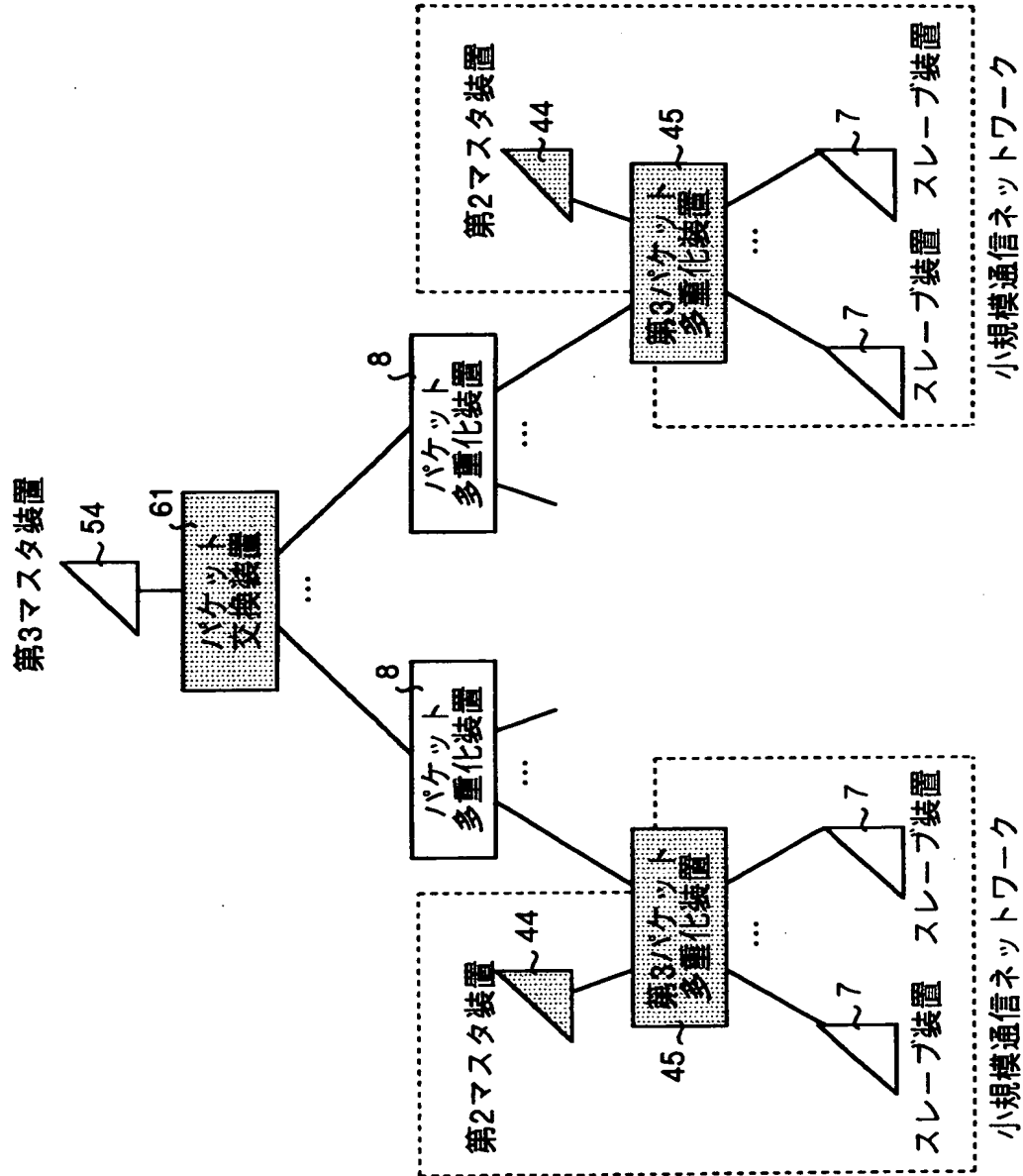
【図 12】



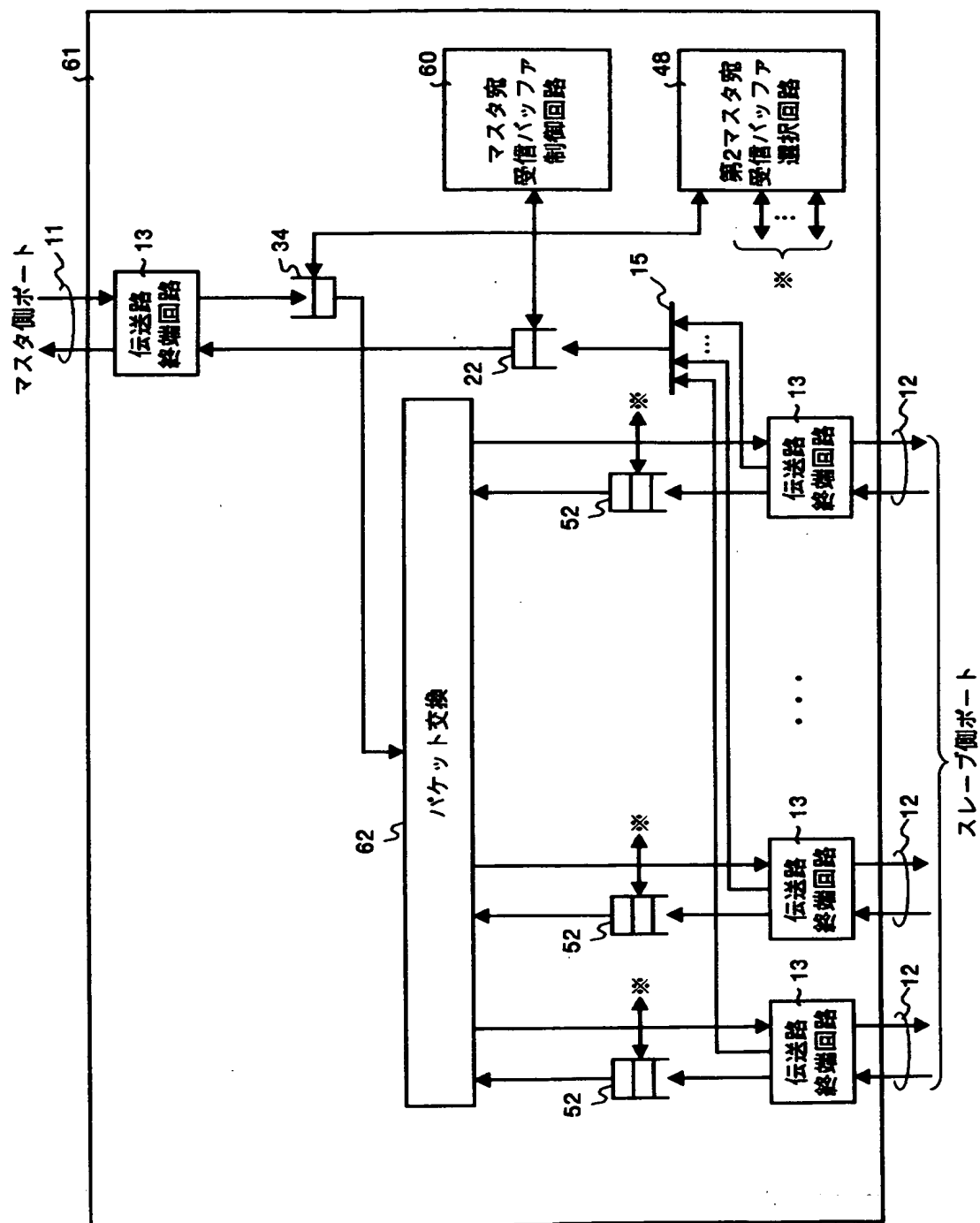
【図 1 3】



【図 1 4】

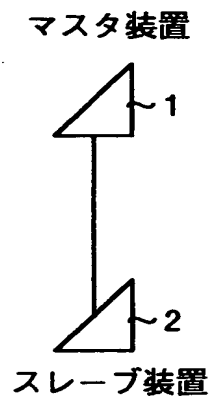


【図 15】

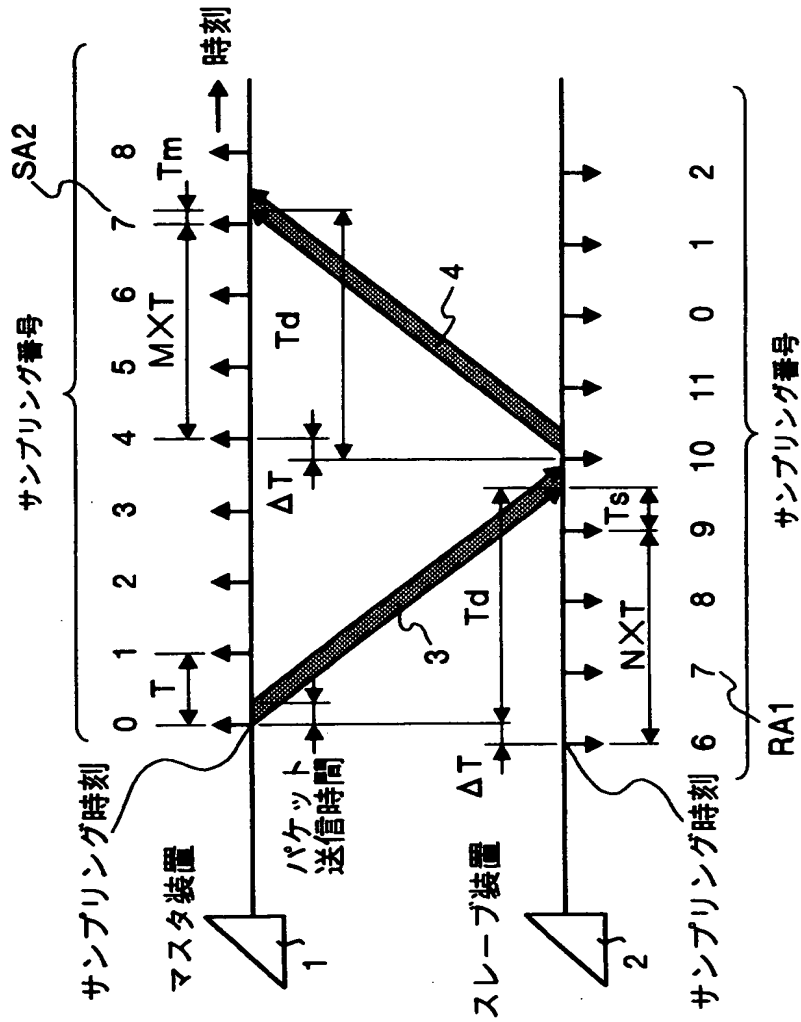




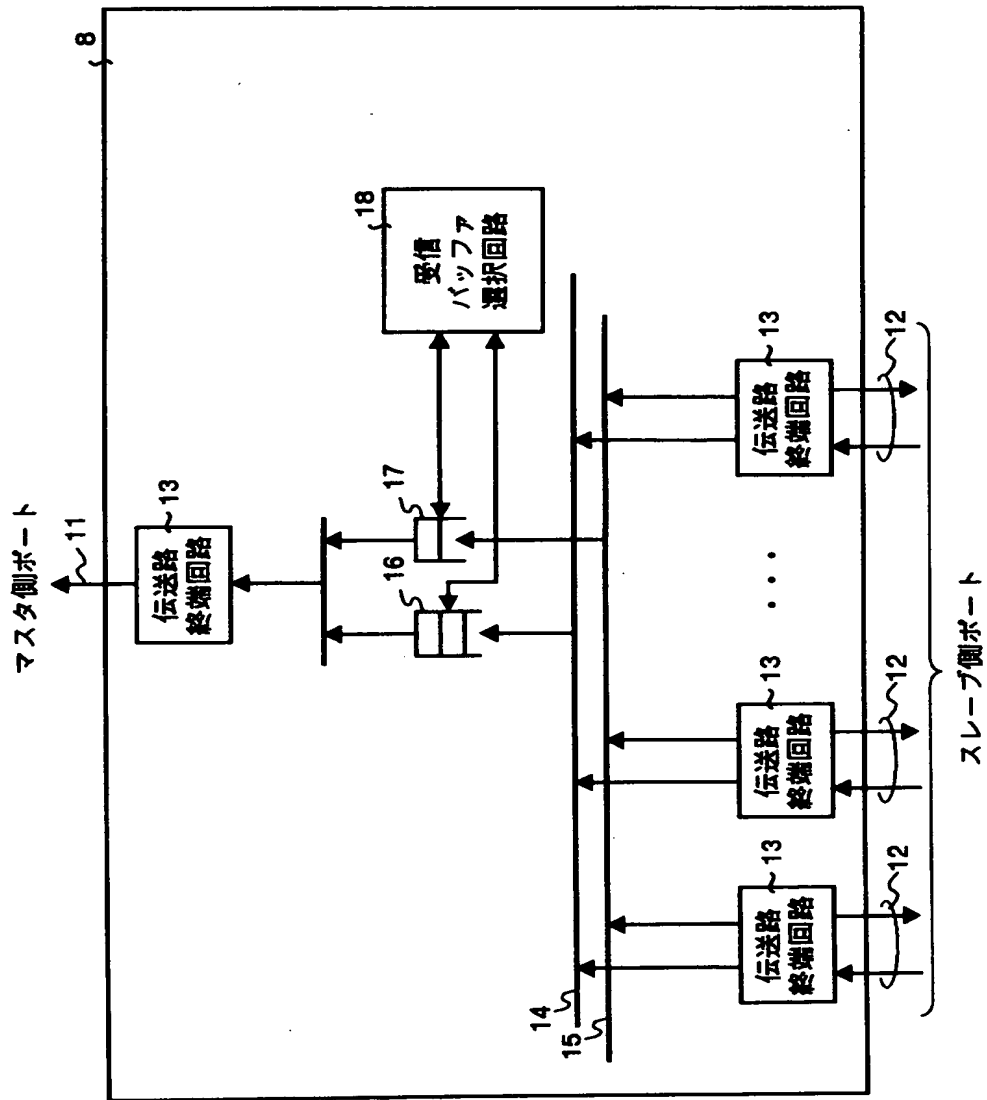
【図 1 6】



【図 17】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特定パケットに対して、待ち合わせによる伝送遅延時間のゆらぎをゼロにするとともに、マスタ装置とスレーブ装置間の両方向の伝送遅延時間を高い精度で一致させることにより、マスタ装置と各スレーブ装置間のサンプリング時刻の精度を向上させること。

【解決手段】 一台のマスタ装置 6 と複数台のスレーブ装置 7 を、少なくとも 1 台の多重化装置 8 によりマスタ装置を頂点に、ツリー状に接続する通信ネットワークにおいて、前記マスタ装置 6 が、前記多重化装置 8 を介して、前記各スレーブ装置 7 を巡回順に指名し、その後、指名を受けた順に、スレーブ装置 7 が、該マスタ装置 6 にサンプリング時刻合わせに用いる起動用特定情報を送信し、該起動用特定情報に応じて該マスタ装置 6 から返信される返信用特定情報に基づいて、所定の演算を行うことにより、サンプリング時刻を調整する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第020644号
受付番号	59900072886
書類名	特許願
担当官	木村 勝美 8848
作成日	平成11年 3月23日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100089118

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関3丁目2番6号 東京倶楽  
部ビルディング 酒井国際特許事務所

【氏名又は名称】 酒井 宏明

【代理人】

【識別番号】 100102222

【住所又は居所】 東京都千代田区霞が関3丁目2番6号 東京倶楽  
部ビルディング 酒井国際特許事務所

【氏名又は名称】 谷田 睦樹

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社